चाय की प्याली में पहेली

लोकोपयोगी विज्ञान

चाय की प्याली में पहेली

(दैनिक जीवन की विज्ञान पहेलियां)

पार्थ घोष
दीपांकर होम

चित्र
सुपर्ण चौधुरी

अनुवाद
अरविन्द गुप्ता

नेशनल बुक ट्रस्ट, इंडिया

"मेरा विश्वास है इंसान की उस उपजाऊ और नयी सोच में जो सृष्टि की इस अपार, असीमित दौलत को लगातार सहेजती, संजोती और संवारती है। मैं आपकी सफलता की कामना करता हूं।"

— जे. सी. मैक्सवेल

केवेंडिश लेबोरेटरी, कैंब्रिज की स्थापना के अवसर पर।

विषय-सूची

उत्तर

प्रस्तावना

"हमारा सबसे अनोखा अनुभव अक्सर रहस्यमय होता है। यही मूल भावना सच्ची कला और सच्चे विज्ञान की बुनियाद है। जो इंसान इस बात से अनजान है, जो न आश्चर्यचकित हो सकता और न ही अपना कौतूहल प्रकट कर सकता है, उसकी आंखें मुंद गयी हैं, वह लगभग मर चुका है।"

— अल्बर्ट आईंस्टीन

पिछले कुछ सालों में हमें युवाओं से मिलने-जुलने और भौतिकी के साथ 'खेलने' में सबसे ज्यादा आनंद आया है। हमने रोजमर्रा की घटनाओं को विज्ञान के मूलभूत सिद्धांतों के आधार पर समझने का प्रयास किया। हम उनकी खूबसूरती, गहराई और वास्तविकता के साथ उनके संबंध को देखकर मुग्ध रह गये।

रोजमर्रा के जीवन में हो रही बातों और प्राकृतिक घटनाओं से हमारी घनिष्ठता हमें उनके रहस्यों से वंचित कर देती है, और उन्हें हमारे लिए महत्वहीन बना देती है। हम उनके बारे में आश्चर्य करना ही बंद कर देते हैं। लेकिन अक्सर उनके अंदर आश्चर्य में डाल देने वाली कोई न कोई अजीबोगरीब पहेली छिपी होती है। इस तरह की घटनाओं को खोजने और उनके रहस्यों को उजागर करने में हमें अत्यधिक आनंद की अनुभूति हुई है।

रिचर्ड फेइनमैन अपनी प्रसिद्ध आत्मकथा में एक मामूली-सी घटना का उल्लेख करते हैं। एक दिन उन्होंने कारनेल विश्वविद्यालय के कैफेटेरिया में एक आदमी को बेमतलब हवा में एक प्लेट उछालते देखा। फेइनमैन ने गौर किया कि उछलती प्लेट पर बना कारनैल का लाल प्रतीक चिह्न प्लेट के चक्कर खाने की गति से अधिक तेजी से घूमता था। अनजाने में ही उन्होंने उसके बारे में सोचना और उसके पीछे के भौतिक सिद्धांतों से 'खेलना' शुरू कर दिया। वे कहते हैं, "इस चित्र और बाकी सारे काम के लिए मुझे जो नोबेल पुरस्कार मिला उसके लिए असल में वह चक्कर खाती प्लेट ही जिम्मेदार है।" इसलिए विशेष रूप से किशोर पाठकों से हमारा यह अनुरोध है कि वे अपने आसपास की, और एकदम तुच्छ लगने वाली घटनाओं पर भी बारीकी से ध्यान दें और उनमें छिपे रहस्यों को समझने की

कोशिश करें। उन्हें अनदेखा न करें। हो सकता है, आप भविष्य के नोबेल पुरस्कार को ठुकरा रहे हों।

यह पुस्तक हमारे उन नियमित स्तंभों का संकलन है जो *साइंस टुडे*(बाद में 2001, अब प्रकाशन बंद हो चुका है) और *अमृत बाजार पत्रिका* में लगातार प्रकाशित होते रहे। हम उन उत्साही पाठकों के विशेष रूप से आभारी हैं जिन्होंने उत्तर खोजने के साथ-साथ हमें नयी समस्याएं भी सुझायीं। उसमें से कुछ समस्याएं इस पुस्तक में भी शामिल की गयी हैं। हमारे शुभचिंतकों की संख्या बहुत अधिक है, इसलिए उनके प्रति अलग-अलग आभार प्रकट करना संभव नहीं है। अपने स्तंभों में उनके प्रति अपना आभार हम पहले ही व्यक्त कर चुके हैं। शुरुआत की प्रेरणा हमें दूरदर्शन के कार्यक्रम 'क्वेस्ट' से मिली। हममें से एक को कुछ समय के लिए इस कार्यक्रम में सहभागी होने का मौका मिला था। दो पुस्तकें भी हमारी प्रेरणा का स्रोत रही हैं। ये हैं — *दि फ्लाइंग सर्कस ऑफ फिजिक्स* (जे. वाकर, वाईली, 1975) और *क्लाउड्स इन ए ग्लास आफ बियर* (सी. एफ. बोहरेन, वाईली, 1987)।

इस पुस्तक को अलग-अलग खंडों में बांटा गया है। परंतु इन खंडों को भौतिक शास्त्र के आम अध्यायों—ऊष्मा, प्रकाश, ध्वनि आदि के आधार पर नहीं बांटा गया है। इसका आधार है कि समस्या हमें कहां नजर आयी—रसोईघर में, या उसके आसपास, या फिर बाहर प्रकृति में, या खेल के मैदान में, कोई फिल्म देखते, या फिर कोई उपन्यास पढ़ते? हमें वर्गीकरण का यह तरीका अधिक रुचिकर और स्वाभाविक लगा। पुस्तक के आखिरी खंड में कुछ ऐसी पहेलियां हैं जो हमारी समझ के अनुसार अभी भी अनुत्तरित हैं, या जिनके हल इतने आसान नहीं हैं। हमारा अनुरोध है, आप उन्हें रिचर्ड फेइनमैन के नजरिए से देखें।

हमें उम्मीद है, आपको यह पुस्तक पढ़ने में आनंद आयेगा । कृपया इसे ध्यानपूर्वक पढ़ें। हो सकता है आप दो-एक अनुत्तरित प्रश्नों को हल कर लें, या फिर कुछ नयी समस्याएं खोज लें, या आपको हमारे दिये गये उत्तरों के बारे में कुछ कहना हो, तो हमें प्रकाशक के पते पर पत्र जरूर लिखें। हमें आपके विचार जानकर अच्छा लगेगा।

सुपर्ण चौधुरी ने पुस्तक के लिए चित्र और कार्टून बनाये हैं। उनके सहयोग से हम बहुत खुश हैं।

कलकत्ता
नवंबर 1989

पार्थ घोष
दिपांकर होम

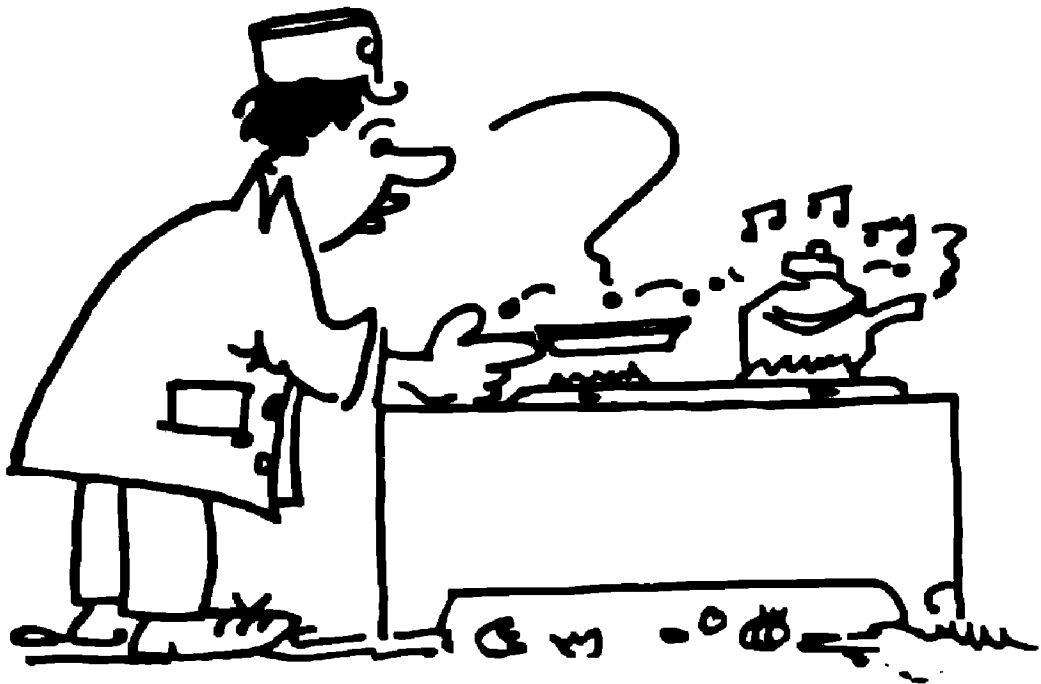
1

गुनगुनाती केतली

(रसोईघर में भौतिकी)

"हमारा ज्ञान ही हमें अपनी अज्ञानता का बोध कराता है।"

— टी. एस. इलियट

रसोईघर में भौतिकी

गुनगुनाती केतली

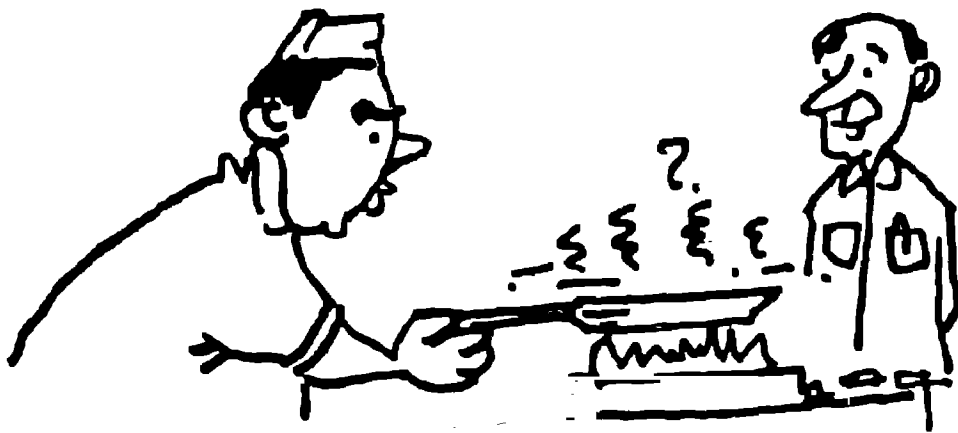
केतली में पानी उबालना ज्यादातर लोगों के लिए रोजमर्रा का काम है। हम सब सीटी जैसी उस आवाज से परिचित हैं जो केतली को आग पर चढ़ाने के कुछ ही समय बाद शुरू हो जाती है। इसे केतली का 'गुनगुनाना' कहा जाता है। यह आवाज धीरे-धीरे बढ़ती है, परंतु पानी उबलना शुरू होते ही यह एकाएक बंद हो जाती है। असल में, इस आवाज के एकदम कम हो जाने से ही हमें यह पता चलता है कि पानी उबलने लगा है। क्या आपको कभी इस बात पर अचरज नहीं हुआ कि आखिर किस कारण केतली 'गुनगुनाती' है?

चाय के प्याले में चम्मच

एक अनुभवी गृहिणी चीनी मिट्टी के प्याले में गर्म चाय उड़ेलने से पहले प्रायः उसमें एक धातु का चम्मच डाल देती है। आखिर क्यों? साथ ही, कौन-सा प्याला इस्तेमाल करना अधिक सुरक्षित होगा – पतली दीवार वाला या मोटी दीवार वाला?

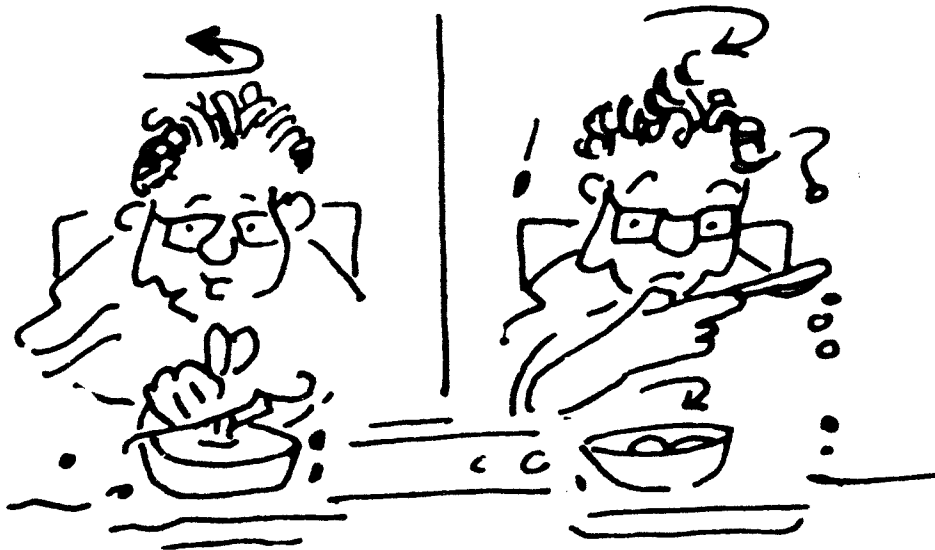
बर्फ की ट्रे को न चाटें

क्या आपने कभी बहुत ठंडी बर्फ की ट्रे को पकड़ने की कोशिश की है? यदि हां तो आपने यह भी गौर किया होगा कि आपकी उंगलियां उस ट्रे से चिपक जाती हैं। ऐसा क्यों? बर्फ की ट्रे को आप कभी भी चाटने की कोशिश मत करें, क्योंकि वह आपके लिए बहुत कष्टदायक अनुभव हो सकता है।

फर्मी से फ्राईंग पैन तक

इटली के प्रसिद्ध भौतिकशास्त्री एनरिको फर्मी ने एक बार परीक्षा के दौरान एक छात्र से पूछा, "जैतून के तेल के उबलने का बिंदु, टीन के गलने के तापमान से ऊंचा है। अब यह बताओ कि फ्राईंग पैन में जैतून के तेल में भोजन पकाना कैसे संभव है?" (इटली में फ्राईंग पैन तांबे पर टीन चढ़ाकर बनाये जाते हैं)। इसका जवाब क्या है?

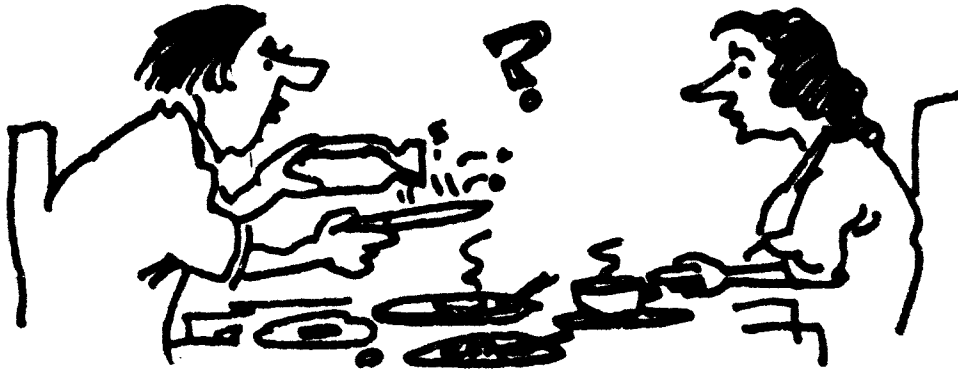
उफनता दूध

दूध के उबाले जाने पर उसका उफनकर गिर जाना एक गृहिणी के लिए रोजमर्रा की मुसीबत है। उसे उबलते दूध पर लगातार निगाह रखनी पड़ती है और उफनने से रोकने के लिए दूध को हिलाते रहना पड़ता है। कुछ लोगों का कहना है कि इस मुसीबत से बचने के लिए दूध उबालने से पहले ही उसमें एक चम्मच डुबो देना चाहिए। दूध में (और दाल में भी) यह अजीब विशेषता क्यों है?

सूप का चक्कर

अगली बार भोजन के समय गाढ़े सूप को या चावल के मांड़ को चम्मच से अच्छी तरह गोल-गोल हिलायें। फिर उसमें से चम्मच निकालकर कुछ क्षणों तक उसे ध्यान से देखें। आप पायेंगे कि घूमना बंद होने से पहले सूप क्षण भर के लिए उल्टी दिशा में घूमने लगता है। यह चमत्कार वास्तविक तरल पदार्थों का एक महत्वपूर्ण लक्षण दर्शाता है। उस गुण का नाम बताइये!

रसोईघर का सिंक

जब आप अपने रसोईघर में जायें तो सिंक का नल खोलिए। आप देखेंगे कि सिंक से टकराने पर पानी एक पतली परत के रूप में कुछ दूर तक फैलता है। उसके बाद पानी की परत की मोटाई अचानक बढ़ जाती है जिससे गिरती हुई धार के आसपास पानी की एक गोल दीवार बन जाती है। समतल फर्श पर गिरती पानी की धार से भी इसी तरह की दीवार बनती है। आपने इस दृश्य को अनेकों बार देखा होगा। क्या आपने कभी यह सोचा कि ऐसा क्यों होता है?

शहद की समस्या

एक बोतल में से धीरे से शहद उड़ेलिए। अगर आप शहद की गिरती हुई पतली धार को एक चाकू से रोकेंगे तो आप पायेंगे कि चाकू के ऊपर शहद की धार सिकुड़कर वापस बोतल में चली जायेगी। शहद को तेजी से न गिराकर उसे एक पतली धार के रूप में टपकने दें। आपकी राय में यह गुरुत्व के विरुद्ध प्रभाव कैसे उत्पन्न होता है?

आईंस्टीन आपके चाय के प्याले में

प्रसिद्ध भौतिकशास्त्री इर्विन श्रोडिंजर ने परमाणु कणों पर एक समीकरण लिखा था जिसने न्यूटन के दूसरे नियम का स्थान ले लिया है। अब यह माना जाता है कि यह नियम मात्र सामान्य आकार की वस्तुओं पर ही लागू होता है। श्रोडिंजर की पत्नी चाय उड़ेलते समय हर बार आईंस्टीन को याद करती थी। इसका कारण था कि आईंस्टीन ने ही पहली बार उन्हें और उनके पति को यह समझाया था कि चाय को चम्मच से हिलाने पर चाय की पत्ती, जो चाय से अधिक भारी होती है, क्यों कप की तली के बीच में जमा हो जाती है। अगली बार चाय के प्याले में दूध डालने से पहले आप उसे चम्मच से हिला दें और देखें कि पत्ती कहां जमा होती है। आपके विचार से पत्ती बीच में ही क्यों जमा होती है; अपकेंद्री बल से दीवारों की ओर क्यों नहीं धकेल दी जाती?

2

रोज की रोटी

"विज्ञान में सबसे जरूरी बात जटिल गणित और घिसे-पिटे प्रयोग करना नहीं है, बल्कि विज्ञान का दिल तो एक किस्म की बेबाक सच्चाई है जो आसपास की घटनाओं को समझने की चाह से पैदा होती है।"

– सॉल पॉल सिराग

कुछ तो पीजिए

जब हम कुछ पीते हैं, तब हम द्रव से भरा गिलास या प्याला अपने होठों के पास लाते हैं और द्रव को चूसते हैं। किस वजह से द्रव तेजी से हमारे मुंह में जाता है? किसी भी पेय की बोतल के मुंह को पूरी तरह अपने होठों से ढकें। अब बोतल को मुंह पर उलटे बगैर द्रव को अपने मुंह के अंदर खींचने की कोशिश करें। क्या होता है?

साबुन और मैल

साबुन किस प्रकार हमारे शरीर और कपड़ों का मैल साफ करता है? आप क्या सोचते हैं!

लपकती लौ

अगली बार जब आप जलती हुई मोमबत्ती या तीली को लेकर चलें तो गौर करें कि लौ शुरू में पीछे को लपकती है। यदि आप उसे किसी डिब्बे में रखकर या हाथ से उसकी रक्षा करते हुए ले जाते हैं, तो लौ किस दिशा में झुकेगी?

करामाती कीप

कीप की मदद से किसी बोतल में द्रव भरते समय आपने इस बात पर जरूर गौर किया होगा कि अक्सर कीप में द्रव इकट्ठा हो जाता है और नीचे न बह पाने के कारण आपको बार-बार कीप को ऊपर उठाना पड़ता है। क्या आप इसका कारण जानते हैं?

बुझा दो!

ऐसा कौन होगा जिसने फूंक मारकर मोमबत्ती न बुझाई हो या उसे हवा के झोंके से बुझते न देखा हो? पर यह आम घटना भी काफी विस्मयकारी है। मोमबत्ती अधिक हवा (जिसकी आक्सीजन चीजों को जलने में मदद देती है) ., बावजूद क्यों बुझ जाती है?

मजे से करें इस्त्री

कलफ लगे कपड़े पर गर्म इस्त्री करने से पहले उस पर आमतौर पर थोड़ा-सा पानी छिड़क लिया जाता है। पानी के छिड़काव और गर्म इस्त्री के इस्तेमाल से क्या लाभ है?

आग! आग!

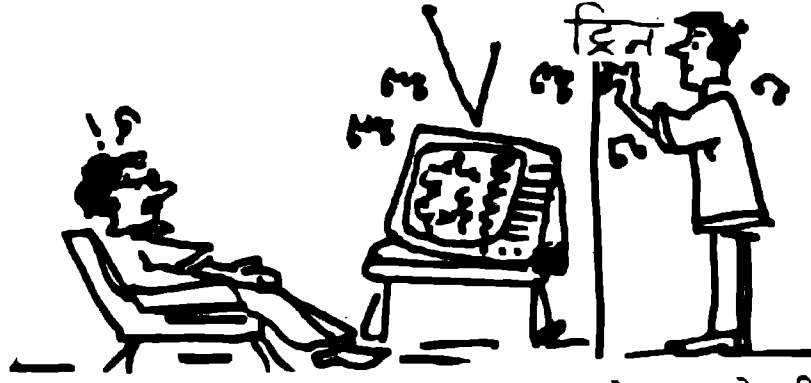
आग बुझाने के लिए हमें हमेशा पानी की याद आती है। भीषण आग को बुझाने के लिए भी फायर-ब्रिगेड पानी का ही इस्तेमाल करती है। गृहिणी भी खाना पकाने के बाद मिट्टी के तेल वाले स्टोव को पानी का छींटा मारकर बुझाती है। किस कारण पानी आग को बुझाने में इतना प्रभावशाली है?

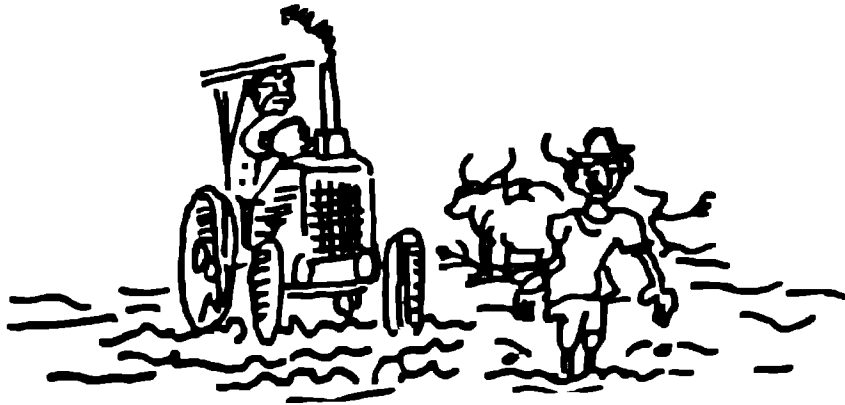
बर्फ का धुआं

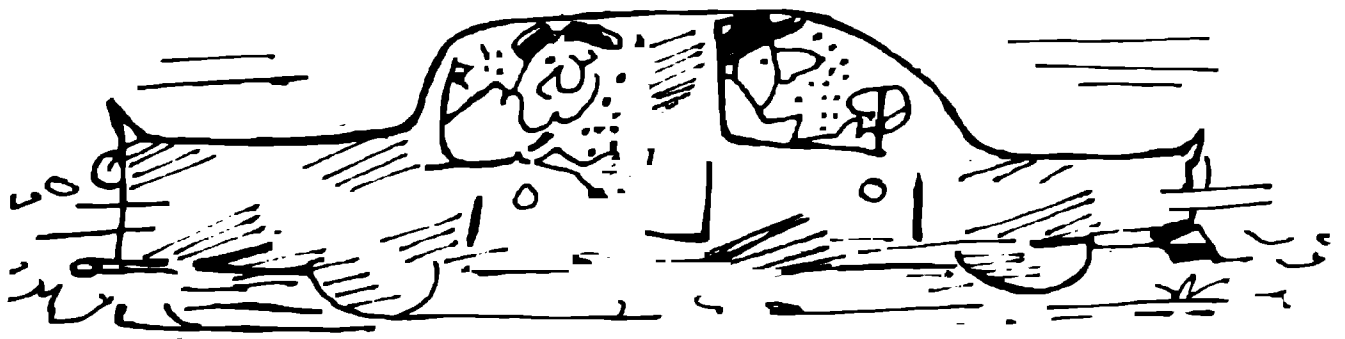
क्या आपने हवा में रखी बर्फ की सिल्ली में से धुआं उठते हुए देखा है? यह धुआं क्या है और क्यों बनता है?

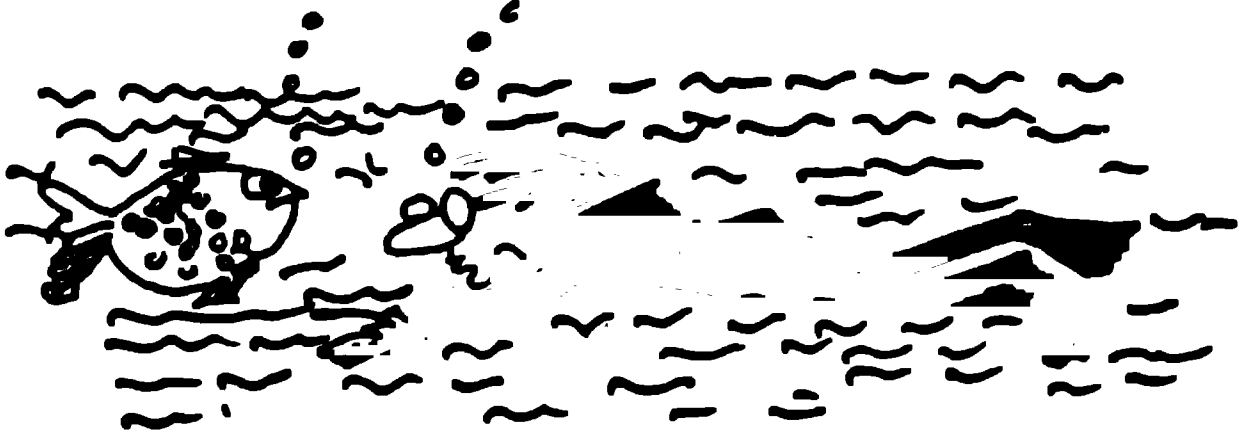
कोस्टर भी साथ में

जब गीली तली वाले गिलास को ऊपर उठाया जाता है तो कोस्टर उससे चिपके रहने की कोशिश क्यों करता है?

दरवाजे की घंटी और टेलीविजन स्क्रीन

क्या आपने गौर किया है कि जब भी कोई व्यक्ति आपके दरवाजे की घंटी बजाता है तो आपके टी.वी. की तस्वीर में गड़बड़ी होती है? भला दरवाजे की घंटी का टी. वी. स्क्रीन के साथ क्या संबंध?

ट्रैक्टर धंसा कि भैंस

एक भारी ट्रैक्टर नर्म, कीचड़ वाली जमीन पर चल सकता है, जबकि किसान और उसकी भैंसों तक के पैर कीचड़ में धंसने लगते हैं। क्यों?

बोतल गिराना

कल्पना कीजिए कि आप एक कार में सफर कर रहे हैं। आपके हाथ में कांच की एक बोतल है। आपको उसे चलती हुई कार के सापेक्ष ऐसी कौन सी दिशा में फेंकना चाहिए जिससे जमीन से टकराने पर उसके टूटने का खतरा कम से कम हो?

पानी के नीचे तैरना

क्या आपने ध्यान दिया है कि पानी की सतह के नीचे तैरते हुए यदि आपने ऐनक लगाई हो तो आप आसपास की चीजों को ज्यादा साफ देख सकते हैं? ऐसा क्यों?

चुंधिया देने वाली रोशनी

हमें उस समय बहुत गुस्सा आता है जब सामने से आने वाली कारों की बत्तियां जली होती हैं। इसका कारण है, तेज रोशनी से हमारी आंखें चुंधिया जाती हैं। इसी प्रकार एकाएक बिजली गुल हो जाने पर कुछ समय के लिए हमें कुछ भी दिखाई नहीं देता। धीरे-धीरे हमारी आंखें अंधेरे की अभ्यस्त हो जाती हैं और हम धुंधले तौर पर आसपास की चीजों को पहचानने लगते हैं। हमारी आंखों की प्रकाश के प्रति इस प्रकार की प्रतिक्रिया क्यों है?

टी. वी. के साथ गुनगुनाना

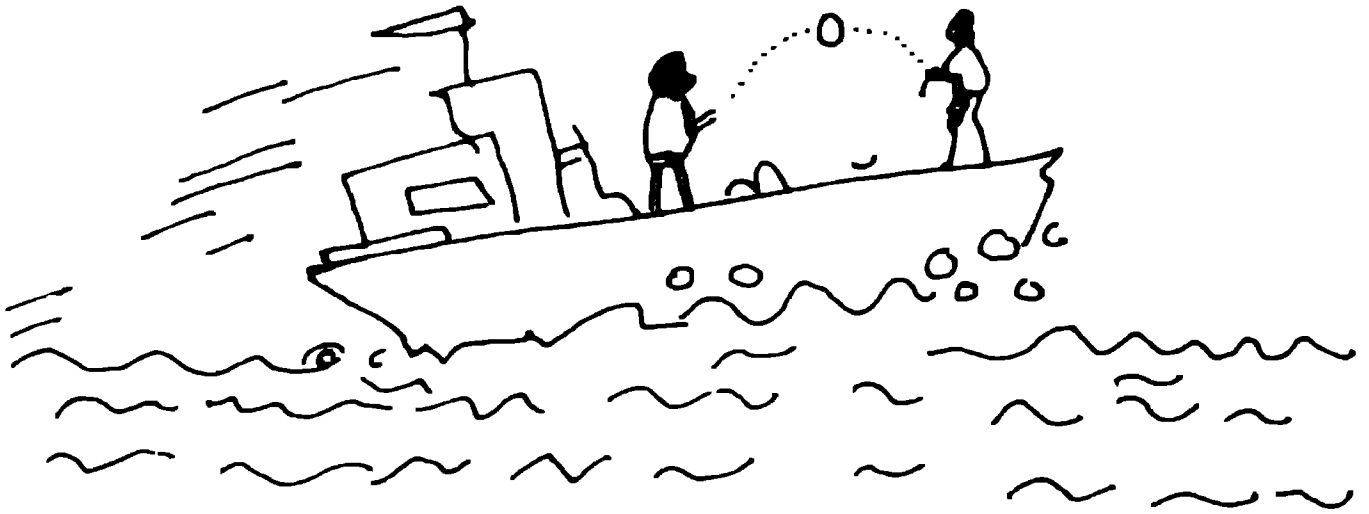
अमेरीका के फ्लोरिडा राज्य के फिलिप सी. विलियम्स ने पाया (नेचर, खंड 239 पृष्ठ 407, 1972) कि कुछ दूरी से टेलीविजन देखते हुए गुनगुनाने से टेलीविजन के पर्दे पर आड़ी लाइनें आने लगती हैं। ये रेखाएं केवल गुनगुना रहे व्यक्ति को ही दिखाई देती हैं। गुनगुनाने के स्वरमान (पिच) को बदलने से इन रेखाओं को स्थिर रखा जा सकता है, या फिर ऊपर-नीचे किया जा सकता है। क्या यह विचित्र नहीं है?

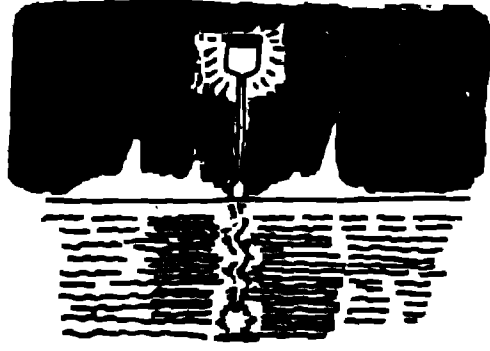
चाकलेट का चक्कर

जब गाढ़ी, पिघली चाकलेट किसी प्लेट अथवा आइसक्रीम पर गिरती है तो वह चक्कर खाकर एक कुंडली बना लेती है। इस बात ने आपको अवश्य अचरज में डाला होगा। आखिर चाकलेट कुंडली क्यों बनाती है?

झूले का मजा

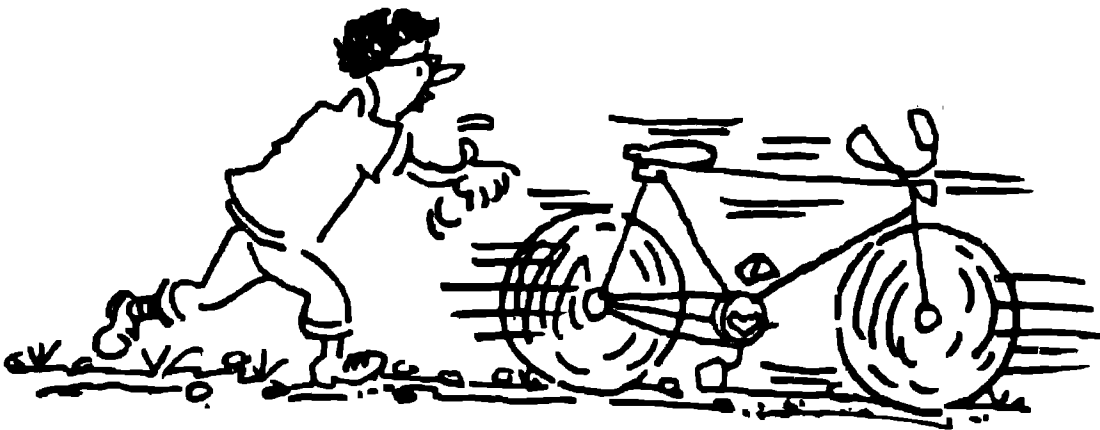
पालनेनुमा जालीदार झूले (हैमक) में लेटना क्यों आरामदायक होता है, जबकि इसमें लगी रस्सियां मुलायम नहीं होतीं? इसी प्रकार लकड़ी की कुर्सी पर बैठना चपटी सतह वाले स्टूल पर बैठने से अधिक आरामदायक क्यों होता है?

जहाज पर खेल

नियमित गति से चल रहे समुद्री जहाज पर दो दोस्त एक गेंद से खेल रहे हैं। एक जहाज के अगले भाग और दूसरा उसके पिछले भाग के पास खड़ा है। क्या उनमें से एक के लिए अपने साथी की ओर गेंद फेंकना ज्यादा आसान होगा? (हवा के असर पर ध्यान मत दें।)

लंबा और टूटा हुआ

सड़क के किनारे लगे खंभे की रोशनी का प्रतिबिंब किसी झील या तालाब में आमतौर पर ज्यादा लंबा और टूटा हुआ लगता है। क्या आप जानते हैं कि ऐसा क्यों होता है?

बूट पालिश

एक मित्र का लड़का एक दिन अपने जूतों पर पालिश कर रहा था। उसे चिपचिपी पालिश या ब्रुश में ऐसी कोई चीज नजर नहीं आयी जिसका संबंध वह जूतों की चमक से जोड़ सके। वह हैरान था। क्या आप उसकी मदद कर सकते हैं?

चलते जाओ

साइकिल (या पतले रिम का पहिया) रुकी स्थिति में जमीन पर खड़ा नहीं रह सकता। परंतु एक बार उसे चला दिया जाये तो वह नहीं गिरता। इसका क्या कारण हो सकता है?

सुरीली सीटी

जब लोग खुश होते हैं तो अपने होठों से मधुर लय में सीटी बजाने लगते हैं। यह सुरीला सुर किस प्रकार पैदा होता है?

कागज फाड़ो

कागज का टुकड़ा फाड़ते समय आपको एक खास तरह की आवाज सुनाई देगी। आप पायेंगे कि आप कागज जितनी अधिक तेजी से फाड़ते हैं, ध्वनि का स्वरमान भी उतना ही ऊंचा है। ऐसा क्यों होता है?

उफ! कितनी ठंड है!

क्या आप कभी किसी पर्वतीय स्थल पर गये हैं? वहां प्रायः ठंड ज्यादा होती है। है न! ऊंचे पहाड़ों पर समुद्र तट की अपेक्षा ठंड ज्यादा क्यों होती है जबकि पर्वतीय स्थल पर आप सूर्य के कई हजार फुट करीब होते हैं?

धुंधला दर्पण

आपमें से कई पाठकों ने देखा होगा कि गुसलखाने में गर्म पानी से नहाने के बाद वहां पर लगा आईना धुंधला हो जाता है। तेज बारिश के बाद कार के शीशों का धुंधला पड़ जाना भी एक आम बात है। इस प्रकार के धुंधलेपन से बचने का एक सरल उपाय है। क्या आप जानते हैं कि वह क्या है और कैसे काम करता है?

सिक्के को लुढ़काइये

एक रुपये के सिक्के को किनारे के सहारे मेज पर खड़ा कीजिये। आप पायेंगे कि वह एक तरफ गिर जाता है। अब सिक्के को लुढ़काइये—वह बिना गिरे कुछ देर तक आगे बढ़ता जाता है। क्यों?

3

खेलने का समय

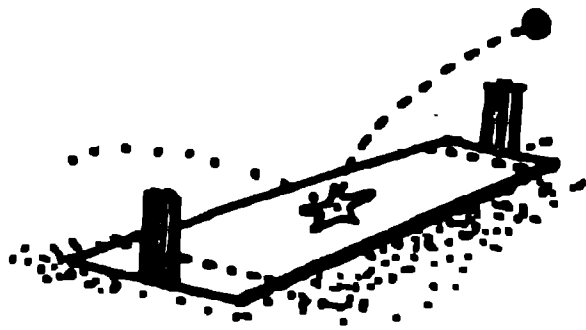
"गोले में हम नाचते
ऐसा मैं हूं मानता
रहस्य बैठा बीच में
वही सब कुछ जानता।"

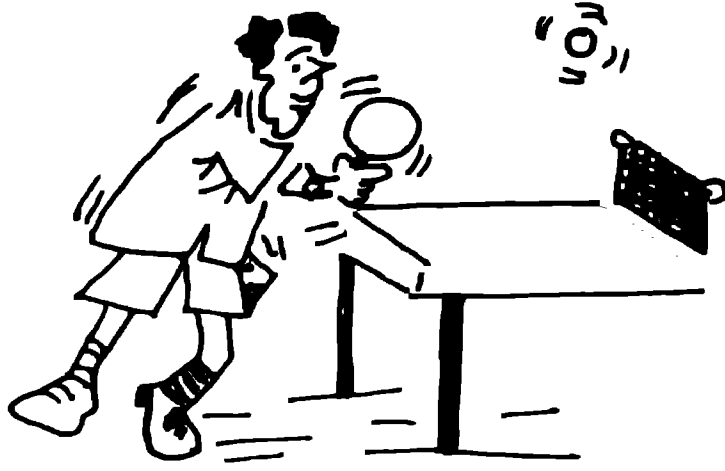
— राबर्ट फ्रॉस्ट

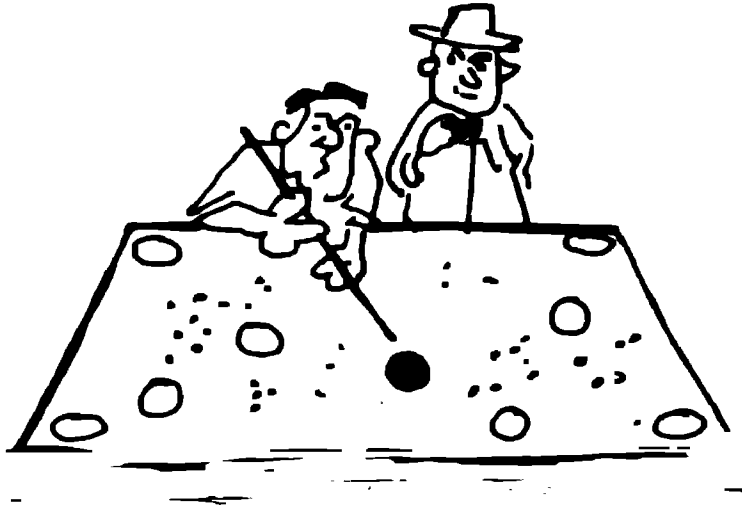
खेलने का समय

रमन और बिलियर्ड गेंद की समस्या

रमन अपने आसपास होने वाली सभी घटनाओं के बारे में बेहद उत्सुक रहते थे। इनमें वह तेज खट् की आवाज भी शामिल थी जो दो बिलियर्ड की गेंदों के टकराने से पैदा होती है। क्या आपको इस बात का कोई अंदाजा है कि इस सरल और आम घटना में भी भौतिकी के कुछ गूढ़ सिद्धांत छिपे हैं? रमन ने खट्-खट् की इन आवाजों का ध्यान से अध्ययन किया और एकदम आश्चर्यजनक परिणाम निकाले। उदाहरण के लिए उन्होंने पाया कि खट्-खट् आवाज की तीव्रता बिलियर्ड-टेबल के अनुसार बदलती रहती है। आप अंदाजा लगाइये कि वह किस दिशा में सबसे तेज होगी और क्यों? आप चाहें तो इस प्रयोग को खुद करके देख सकते हैं। अगर आपको बिलियर्ड की गेंदें न मिलें तो आप कंचों (कांच की गोलियों) से प्रयोग करके देखें। इस सुंदर समस्या की ओर ध्यान दिलाने के लिए हम प्रोफेसर एस. रामाशेषन (रमन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बंगलौर) के आभारी हैं।

क्रिकेट विकेट

क्रिकेट की गेंद की गति प्रायः ठोस विकेट पर टप्पा खाने के बाद ज्यादा तेज हो जाती है। क्या आपने इस ओर ध्यान दिया है? आपके विचार से इसका क्या कारण है?

टॉप स्पिन

टेनिस और टेबल-टेनिस के खिलाड़ी प्रायः टॉप स्पिन का इस्तेमाल करते हैं। इससे गेंद नीचे की ओर झुक जाती है और अनुमानित जगह से पहले ही टप्पा खा जाती है। गेंद का घूमना (गति की दिशा के लंबवत व्यास पर) उसे नीचे की ओर क्यों ले जाता है?

पीछा करती गेंद

स्नूकर या बिलियर्ड के खेल में अक्सर 'फालो शाट्स' देखने को मिलते हैं। इसमें डंडे (क्यू) से मारी गयी पहली गेंद उसी वजन की दूसरी गेंद से टकराने के बाद रुक नहीं जाती, बल्कि कुछ दूरी तक उसका पीछा करती है। इस दौरान दूसरी गेंद अपनी पूरी गति के साथ भागती है। यह स्थिति ऊर्जा संरक्षण के नियम का उल्लंघन करती प्रतीत होती है। आप इन 'फालो शाट्स' को किस तरह समझायेंगे?

4

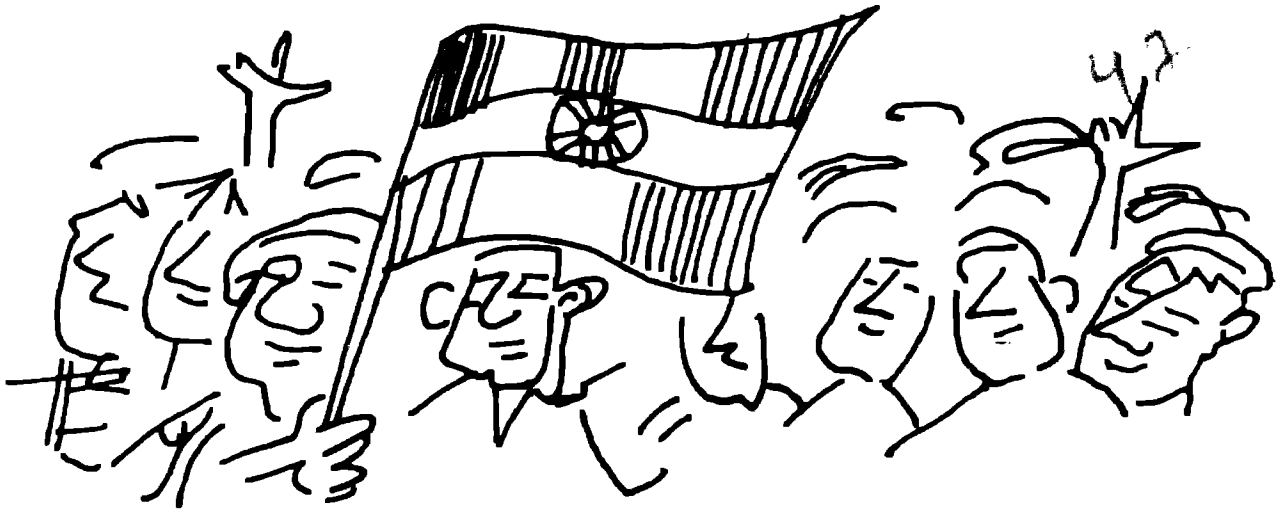
बहो, तरल बहो

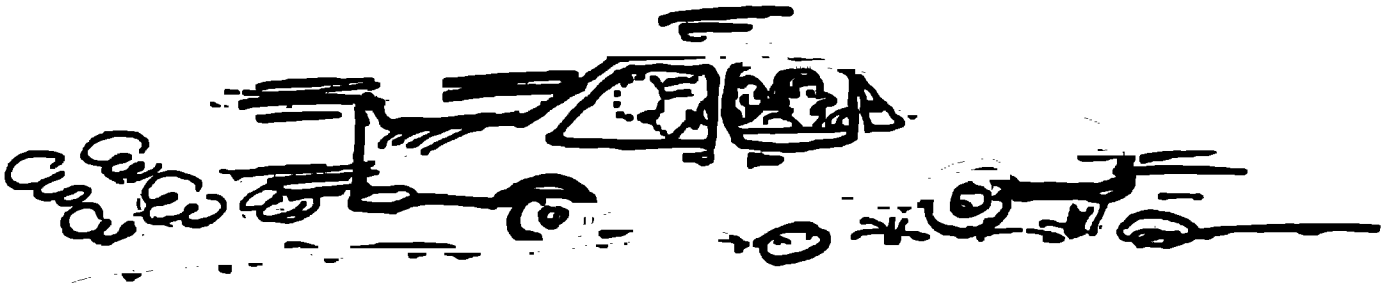
"अभी तक मैंने केवल अपनी आंखों से देखा भर है। अब मैं इसे अपनी बुद्धि से अनुभव करना चाहता हूं।"

— रवीन्द्रनाथ ठाकुर

धुएं का भंवर

आपने इस बात पर जरूर गौर किया होगा कि जब हवा न चल रही हो, तो ऐशट्रे पर रखी जलती सिगरेट का धुआं कुछ उंचाई तक तो नियमित रूप से सीधा ऊपर उठता है, और फिर एकाएक उसका भंवर बन जाता है। ऐसा क्यों?

फड़फड़ाता झंडा

तेज हवा में झंडे का फड़फड़ाना हम अक्सर देखते हैं। फिर भी हममें से कितने लोगों ने यह जानने की कोशिश की है कि ऐसा क्यों होता है? क्या आप हवा में झंडे के फड़फड़ाने का कारण जानते हैं?

अजीब गुब्बारे

एक मित्र, प्रोफेसर आर्थर डी. याघजियन (कॉनकार्ड, मेसाचुसेट्स, संयुक्त राज्य अमेरिका) एक बार अपने परिवार के साथ कार में यात्रा कर रहे थे। वे अपने साथ हीलियम गैस से भरे गुब्बारे भी ले जा रहे थे। उन्होंने पाया कि कार की गति बढ़ाने पर हर बार गुब्बारे आगे आकर उनके कंधों के आसपास इकट्ठे हो जाते थे। हर बार ब्रेक लगाने पर गुब्बारे पीछे की ओर जाकर पिछली खिड़की से टकराने लगते थे। गुब्बारे इस तरह अजीब व्यवहार क्यों कर रहे थे?

उलटे गुरुत्व का प्रभुत्व

जब आप एक केशिका नली (एक बारीक छेद वाली नली) को किसी द्रव में डुबाते हैं तो द्रव उस नली में चढ़ जाता है। ब्लाटिंग पेपर भी—जिसमें अत्यंत सूक्ष्म नलियां होती हैं—इसी क्रिया द्वारा पानी सोखता है। अगर आप तौलिए का एक कोना पानी में डुबाए रखें तो धीरे-धीरे तौलिए का एक बड़ा हिस्सा गीला हो जायेगा। इस बार भी वही केशिका नली वाली क्रिया काम कर रही है। तौलिए के सूत में हजारों सूक्ष्म केशिका नलियां होती हैं जिनके जरिए पानी ऊपर चढ़ता है। अब सवाल यह है—पानी को ऊपर चढ़ाने वाली ऊर्जा का स्रोत क्या है?

लोटे से लौटना

जब आप फल का रस, दूध या अन्य कोई द्रव धीरे से किसी बर्तन से डालते हैं तो वह बर्तन के किनारे से क्यों बहता है? द्रव बर्तन के मुंह से सीधा क्यों नहीं गिरता? वे क्या कारण हैं जो निश्चित करते हैं कि द्रव बर्तन के किनारे पर कितनी दूरी तक चिपका रहेगा?

पतली होती धार

अपने गुसलखाने का नल खोलिए और उसमें से निकलती पानी की धार को जमीन या बाल्टी में गिरते हुए देखिए। आप पाएंगे कि धार जैसे-जैसे नीचे आती है वह पतली होती जाती है। क्या कोई बल उसे दबा रहा है?

धुएं के फैलते छल्ले

क्या आपने कभी किसी मंझे हुए सिगरेट पीने वाले को धुएं के छल्ले बनाते हुए देखा है? तकनीकी भाषा में इन्हें 'वॉर्टेक्स रिंग्स' कहते हैं। शांत हवा में ये छल्ले काफी स्थायी होते हैं और बिना बिगड़े काफी दूरी तक चले जाते हैं। अगर इन छल्लों को किसी दीवार की ओर उड़ाया जाए, तो दीवार के पास आते-आते ये छल्ले फैलते जाते हैं। दीवार के करीब आने पर ये छल्ले फैल क्यों जाते हैं?

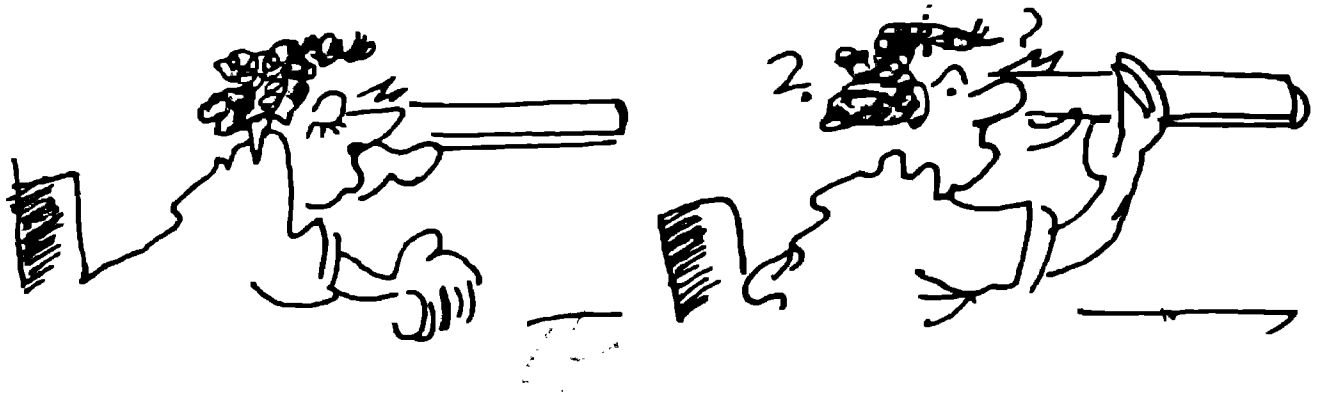
5

हथेली के पार, अनोखा संसार

"पूरे तथ्य जानने से पहले ही निष्कर्ष पर पहुंच जाना भयंकर मूर्खता है। सिद्धांत को तथ्यों के अनुरूप बनाने के बजाए हम नादानी में तथ्यों को ही तोड़-मरोड़ कर किसी विशेष सिद्धांत पर लागू करते हैं। तथ्यों और सच्ची जानकारी को सिद्धांतवादियों की सजावट से मुक्त रखना कठिन है।"

— शरलॉक होम्स

हथेली के पार
अनोखा संसार

हथेली के पार, अनोखा संसार

एक कागज को लपेटकर नली बनाएं। अब नली को बायें हाथ से पकड़कर उसमें से बायीं आंख से दूरी पर स्थित किसी वस्तु को देखें। इस बीच दायीं आंख बंद रखें। अब अपनी दायीं हथेली को दायीं आंख के इतने नजदीक ले आइए कि वह नली को छूने लगे और तभी अपनी दायीं आंख को भी खोल दीजिए। आपको ऐसा लगेगा मानो आपकी दायीं हथेली में एक छेद हो गया है। आपकी इस हथेली के छेद में से चीजें स्पष्ट दिखाई देंगी! (आपके दोनों हाथ आंखों से लगभग 15-20 सेंटीमीटर की दूरी पर होने चाहिए) है न यह विचित्र बात! आप इसे कैसे समझाएंगे?

पानी ने रुकने की ठानी

आमतौर पर किताबों में यह बताया जाता है कि अगर आप एक गिलास को पूरी तरह पानी से भर लें, उसके मुंह को एक कड़े कार्ड से ढंककर गिलास को एकदम उल्टा कर दें, तो भी कार्ड गिलास के मुंह से चिपका रहेगा। वास्तव में आपको गिलास को पूरा भरने की जरूरत ही नहीं है। आप उसमें केवल थोड़ा-सा पानी डाल कर, उसके मुंह को कड़े कार्ड से ढंक कर गिलास को उल्टा कर दें। कार्ड गिलास से क्यों चिपका रहता है?

भागती मिर्च

एक गिलास में पानी भरें और उस पर थोड़ा मिर्च पाऊडर छिड़क दें। अब अपनी गीली उंगली के सिरे को डिटरजेंट साबुन पर रगड़कर उससे पानी की सतह को छुएं। आपको यह देखकर ताज्जुब होगा कि ऐसा करते ही मिर्च के कण एकाएक, बहुत तेजी से सभी दिशाओं में भागने लगेंगे। वे ऐसा क्यों करते हैं?

चांदी जैसी परछाई

पानी से भरे एक कटोरे को तेज रोशनी के नीचे रखिये। अब अपनी तर्जनी उंगली को कटोरे के पानी में थोड़ा-सा डुबा दीजिये और अपनी उंगली की परछाई को कटोरे की तली पर देखिये। आपको यह देख कर आश्चर्य होगा कि आपकी उंगली जैसे ही पानी हो छूती है उसके सिरे की परछाई दो भागों में बंट जाती है और उसके किनारे चांदी जैसे चमकीले हो जाते हैं। इस प्रकार का सुंदर प्रभाव उस समय भी देखा जा सकता है जब कोई कीड़ा पानी पर फिसल रहा हो और उस पर ऊपर से तेज रोशनी पड़ रही हो। परछाई के इस तरह बंटने और चांदी जैसी चमकीली दिखने के क्या कारण हैं?

वजन एक—माप अनेक

अगली बार अपना वजन लेते वक्त आप गौर से देखें कि आपके आगे झुकने से मशीन के माप पर क्या असर पड़ता है। आप पायेंगे कि जैसे ही आप आगे झुकते हैं वैसे ही आपका वजन कम होता जान पड़ता है। आप एक काम और करें। अपने एक हाथ को तेजी से कंधे के ऊपर उठाएं। इस बार आप अपने वजन को बढ़ता पायेंगे। ऐसा क्यों?

गुरुत्वाकर्षण को चुनौती

"घूमते हुए बर्तन में से पानी नहीं गिरेगा चाहे उसका पेंदा ऊपर ही क्यों न हो। पानी का घूमना उसे गिरने से रोकता है"— अरस्तू ने आज से लगभग दो हजार साल पहले यह लिखा था। अगर आप पानी से भरी बाल्टी को चित्र में दिखाए तरीके से तेजी से घुमाएं तो उसके अंदर का पानी गिरेगा नहीं। पानी क्यों नहीं गिरता है?

पत्थर को पानी में तोलें

तराजू के एक पलड़े में पानी से भरा गिलास और एक पत्थर रखें और दूसरे पलड़े में बाट रखकर उन्हें संतुलित कर लें। फिर पत्थर को गिलास के पानी में छोड़ दें। तराजू के संतुलन पर क्या असर होगा और क्यों?

विचित्र रबड़-बैंड

एक मोटे रबड़-बैंड को तेजी से खींचकर उसे अपने माथे से लगाएं। आपको रबर-बैंड एकदम गर्म महसूस होगा! यह आम अनुमान के एकदम विपरीत है। जब गैस तेजी से फैलती है तो वह आमतौर पर ठंडी हो जाती है। तब रबड़-बैंड फैलने पर गर्म क्यों होता है?

बालों में कंघा करें

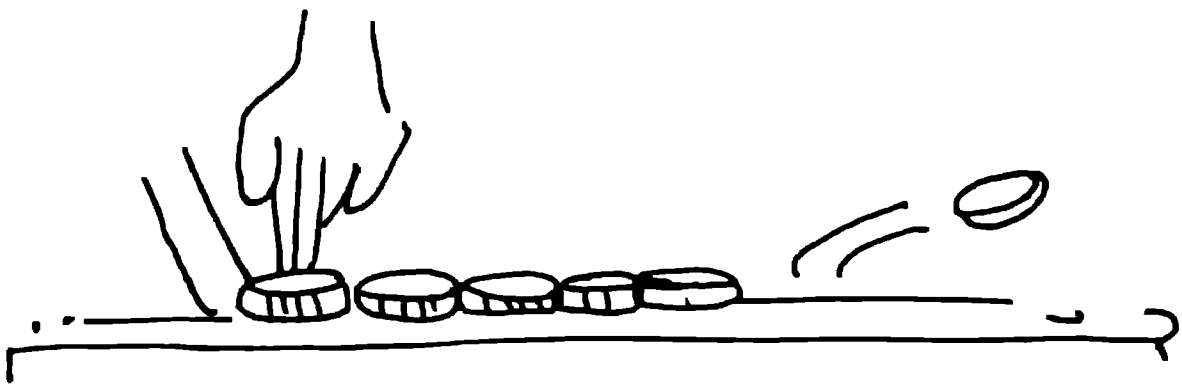
जब आपके बाल बिल्कुल सूखे हों तब आप यह प्रयोग कर सकते हैं। प्लास्टिक के एक कंघे से या तो बालों को संवारें या उसे फलालेन के टुकड़े से रगड़ें। तब नल के पास जाकर उसे थोड़ा-सा खोल दें जिससे उसमें से बूंद-बूंद करके पानी निकलने लगे। कंघे को पानी के नजदीक पकड़े रहें। आप पायेंगे कि बूंदें एक अटूट धार में बदल जाती हैं और कंघे की ओर मुड़ जाती हैं। ऐसा क्यों? (यह प्रयोग शुष्क मौसम में सबसे अच्छा होता है।)

गर्म ऊनी कोट

एक थर्मामीटर को आप अपने ऊनी कोट में लपेटकर रखें। क्या कुछ घंटे बाद थर्मामीटर के तापमान में कुछ अंतर आयेगा? अब बर्फ के दो टुकड़े लें। उनमें से एक को तश्तरी में रखें और दूसरे को कोट में लपेट दें। जब तश्तरी वाला टुकड़ा पिघल जाए तो कोट वाला टुकड़ा निकालें। क्या आप उसे पाने की उम्मीद रखते हैं?

कागज का बर्तन

चित्र में एक कागज का बर्तन दिखाया गया है। उसके अंदर पानी में एक अंडा उबल रहा है। आप सोचेंगे कि यह असंभव है। क्या कागज में आग नहीं लगेगी, पानी बिखर नहीं जायेगा और उससे आग बुझ नहीं जायेगी? आप इस प्रयोग को खुद करके देख सकते हैं। इसके लिए एक कड़े कागज का बर्तन बनाकर, आग पर पकड़ने के लिए उस पर एक तार का हैंडिल लगा सकते हैं। आग की लौ बर्तन को छुएगी पर उसका कुछ बिगड़ेगा नहीं और आप उसमें अंडा उबाल सकेंगे। आपकी राय में इसका क्या कारण हो सकता है?

उछलने वाली गोटी

कुछ एक जैसे सिक्के या कैरम बोर्ड की गोटियां एक सीधी लाइन में, एक-दूसरे को छूते हुए रखें। आप उंगलियों से पहली गोटी को हल्के से पकड़ें और उसके किनारे पर फुट पट्टी से तेजी से चोट मारें। आप देखेंगे कि आखिरी गोटी, बाकी गोटियों को अपनी जगह पर ही छोड़ कर, उछलकर दूर जा गिरती है। ऐसा क्यों?

ज्यादा भारी कौन?

दो एक जैसे गिलास लें और उन्हें ऊपर तक लबालब पानी से भरें। एक गिलास में लकड़ी का टुकड़ा तैरा दें। अब बताइए कि इन दोनों गिलासों में से कौन सा अधिक भारी होगा?

गीला कागज फाड़ना

यह एक आम अनुभव है कि सूखे कागज के मुकाबले गीले कागज को फाड़ना कहीं ज्यादा आसान है। अपने कभी सोचा कि ऐसा क्यों है?

अदृश्य पिन

एक समतल कार्क की चकती के केंद्र में एक पिन इस प्रकार लगाएं, जिससे वह कार्क के तल के लम्बवत रहे। अब कार्क को पानी से भरे कटोरे (अपारदर्शी) में, पिन को नीचे की ओर करके तैरा दें। अगर कार्क का नाप सही है तो आप तमाम कोशिशों के बाद भी पिन को देख नहीं पायेंगे। पिन कार्क की तुलना में इतनी लंबी होने पर भी क्यों छिप जाती है? इस प्रयोग को खुद करके इसकी सच्चाई की पुष्टि कर सकते हैं। क्या आप बता सकते हैं कि ऐसा क्यों होता है?

6

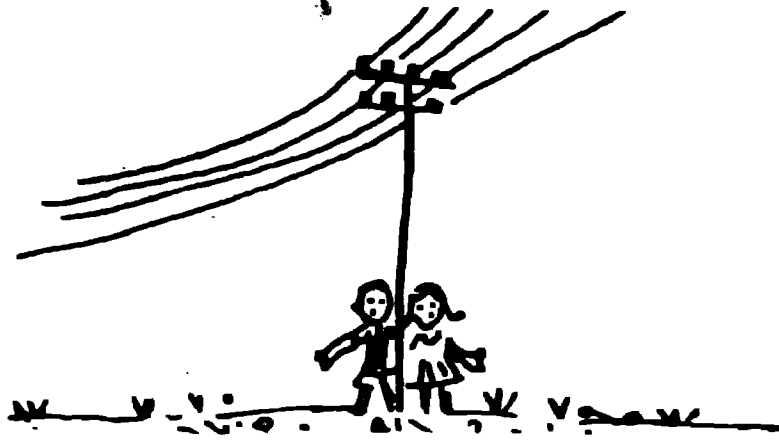
सच और झूठ

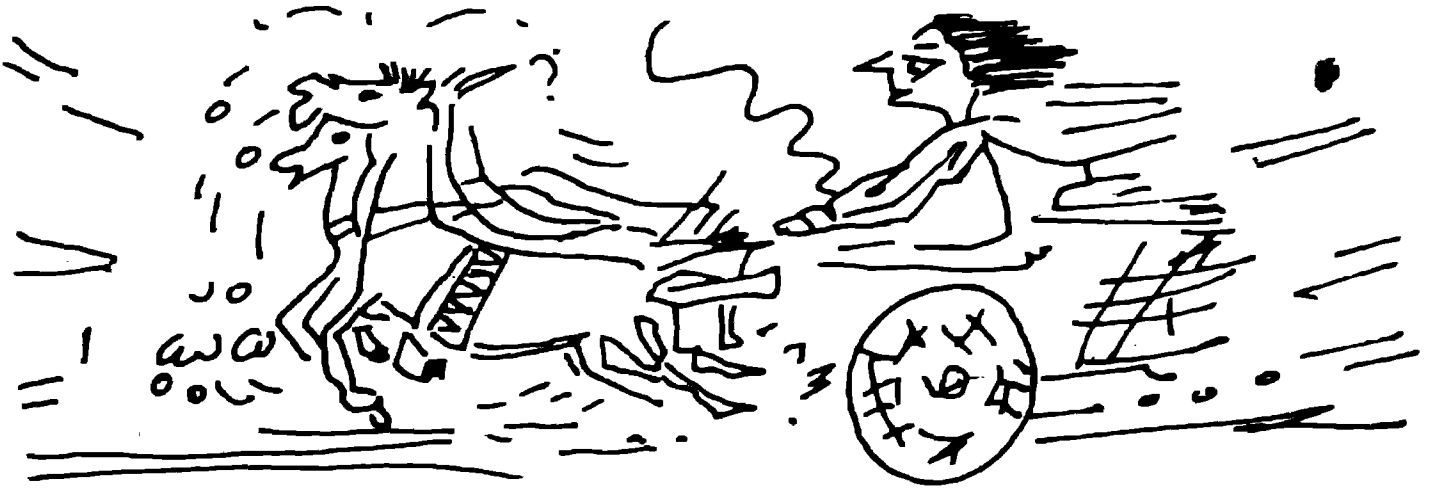
(फिल्मों और उपन्यासों में)

"किसी भी पढ़ी या सुनी बात पर, चाहे वह मैंने ही क्यों न कही हो, तब तक यकीन मत करो जब तक वह तुम्हारी समझ और अक्ल पर खरी न उतरे।"

— गौतम बुद्ध

सच और झूठ
फिल्मों और उपन्यासों में

गुनगुनाते तार

हमें उम्मीद है कि आपमें से कई लोगों ने सत्यजीत रे की प्रसिद्ध फिल्म 'पाथेर पांचाली' (पथ का गायन) जरूर देखी हागी। आपको शायद फिल्म का वह दृश्य याद हो जिसमें दुर्गा और अपू खेतों में दौड़ रहे हैं और आश्चर्यचकित होकर हवा में गुनगुनाते टेलीग्राफ के तारों का गाना सुन रहे हैं। इस दृश्य के बारे में मशहूर कलाकार पीटर सेलर्स ने लिखा है, "वह दृश्य इतना सुंदर था कि उसे देख कर मैं खुशी से रो पड़ा।" दुर्गा और अपू को लग रहा था कि कहीं इस आवाज में उनके पिता का कोई संदेश तो नहीं है! आप क्या सोचते हैं? टेलीग्राफ के तार हवा में क्यों गुनगुनाते हैं?

बेन हूर की रथ-दौड़

क्या आपने मशहूर फिल्म 'बेन हूर' देखी है? आपको उसमें रथ-दौड़ वाला वह शानदार दृश्य याद है? अगर ऐसा है, तो शायद आपको यह भी याद हो कि काफी तेजी पकड़ लेने के बाद ऐसा लगता था कि मानो रथ के पहिए, धीरे-धीरे उल्टी दिशा में घूम रहे हैं। बिल्कुल यही बात तेजी से घूमते हुए पंखे के साथ भी होती है। क्या आप जानते हैं कि ऐसा क्यों होता है?

अदृश्य आदमी

एच.जी. वेल्स ने अपनी सुप्रसिद्ध कहानी में एक अदृश्य आदमी को इस तरकीब से पैदा किया : उन्होंने अदृश्य आदमी का अपवर्तनांक (रिफ्रेक्टिव इंडैक्स) उतना ही रखा जितना हवा का होता है। इसलिए प्रकाश की किरणें उसमें से बिना किसी परावर्तन (रिफ्लेक्शन) या अपवर्तन (रिफ्रेक्शन) के सीधी गुजर जाती थीं। परंतु इस सबमें एक वैज्ञानिक गड़बड़ है। क्या आप बता सकते हैं कि वह क्या है?

बिजली का वार, चुम्बक बनी तलवार

सत्यजीत रे की जासूसी कहानी (दि रॉयल बंगाल मिस्ट्री) में फेलूदा नाम का एक जासूस है। वह झट से हत्या के रहस्य का पर्दाफाश करता है। उसके अनुसार मौत किसी हत्यारे द्वारा नहीं, बल्कि बिजली गिरने से हुई है। फेलूदा ने इस सबूत का इस्तेमाल किया—मृत आदमी हाथ में एक तलवार पकड़े था जो अब चुम्बक में बदल गयी थी। ऐसे कुछ और भी प्रमाण थे जिनसे लगता था कि आसपास बिजली गिरी थी। आपकी राय में क्या बादलों की बिजली से लोहे की तलवार का चुम्बक में बदल जाना संभव है?

ऑस्कर विजेता की समस्या

क्या आपने रिचर्ड एटेनबरो की ऑस्कर विजेता फिल्म 'गांधी' देखी है? उसमें एक दृश्य है जिसमें गांधीजी अपनी सूती चादर एक गरीब औरत को दे देते हैं। गांधीजी अपनी चादर उतार कर, उसे एक पोटली जैसा बनाकर नदी में फेंक देते हैं। गरीब औरत की ओर तैरती जा रही चादर धीरे-धीरे बड़े सुंदर ढंग से फैल जाती है। मुड़ी हुई चादर पानी पर खिंचकर क्यों फैल जाती है?

36 चौरंगी लेन

'36 चौरंगी लेन' फिल्म के आखिरी दृश्य को जरा याद कीजिए। मिस स्टोनहैम क्रिसमस के पहले दिन शाम को अपने शिष्य के घर जाती हैं। वहां जब वे ओस से धुंधले हुए खिड़की के कांच को बाहर से पोंछती हैं, तो पाती हैं कि अंदर एक जोरदार पार्टी चल रही है। क्या आपको इस दृश्य में कोई ऐसी बात लगी जो वैज्ञानिक दृष्टि से एकदम गलत हो?

7

कलकल बहता पानी

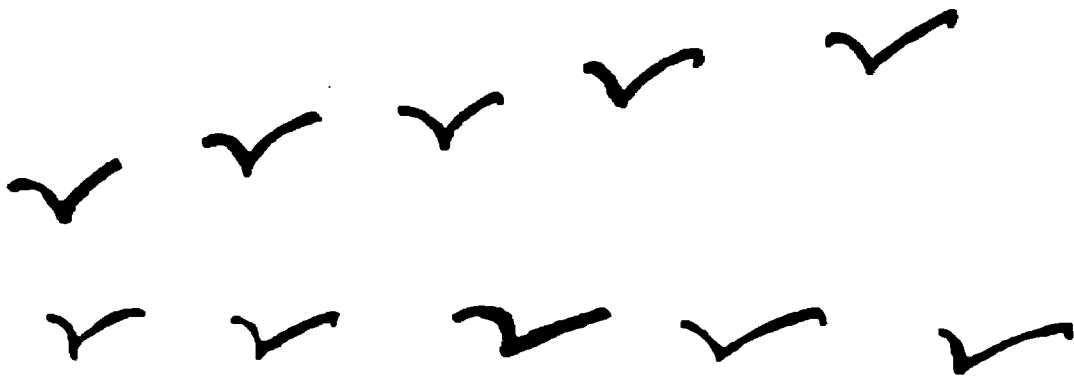
(प्रकृति के रहस्य)

"प्रकृति! एकदम सरल लगने वाले पदार्थों से वह एक-से-एक अनोखी चीजों की रचना करती है। लगता है जैसे बिना प्रयास के ही वह इन सुंदर कृतियों की रचना कर देती हो। हरेक वस्तु पर वह अपनी सुंदर छाप छोड़ जाती है। उसकी हर कृति की अपनी एक दुनिया है, हर घटना का कुछ अपना ही मतलब है। परंतु हर वस्तु अकेली होते हुए भी स्वयं में संपूर्ण है।"

— गेटे

कलकल बहता पानी

आपके जीवन में कभी न कभी ऐसा मौका जरूर आया होगा जब आप दोपहर की धूप में घास पर लेटे हों और पास बहती किसी जलधारा की कलकल ध्वनि को सुन रहे हों। इसी कलकल ने अनेकों कवियों और संगीतज्ञों को सृजन की प्रेरणा दी है। क्या आप जानते हैं कि जलधारा कलकल क्यों करती है?

'V' (वी) आकृति में उड़ान

शाम के समय V (वी) की आकृति में उड़ते प्रवासी पक्षी कितने सुंदर लगते हैं। स्थानीय या अप्रवासी पक्षी 'वी' की आकृति में क्यों नहीं उड़ते?

चमकती आंखें

आपने इस बात पर अवश्य ध्यान दिया होगा कि रात के समय बिल्ली या चीते की आंखें, हल्की-सी रोशनी पड़ने पर भी अंगारे की तरह चमकती हैं।

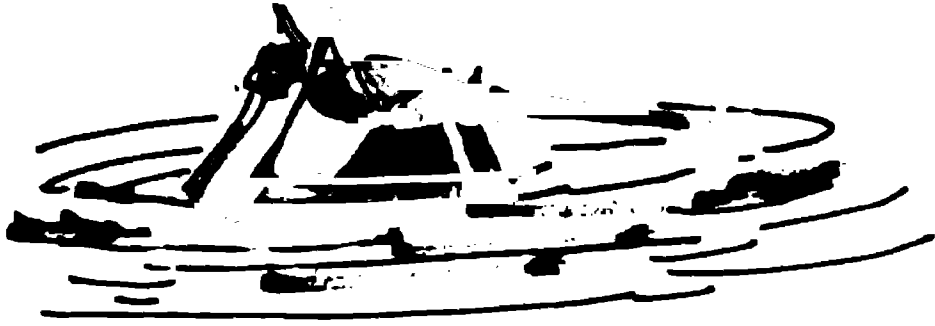
ऐसा मनुष्य की आंखों के साथ नहीं होता है। इसका क्या कारण हो सकता है? इससे बिल्ली या चीते को क्या फायदा है?

झींगुर की लुकाछिपी

क्या आपने कभी झींगुर को ध्यान से सुनने और उसे ढूंढ़ निकालने की कोशिश की है? जैसे ही आप आवाज आती दिशा की ओर आंख घुमाते हैं, वैसे ही लगता है कि झींगुर एकाएक छलांग लगाकर दूर चला गया है और आपको चकमा दे गया है। आप झींगुर के इस लुकाछिपी के खेल को किस तरह समझायेंगे?

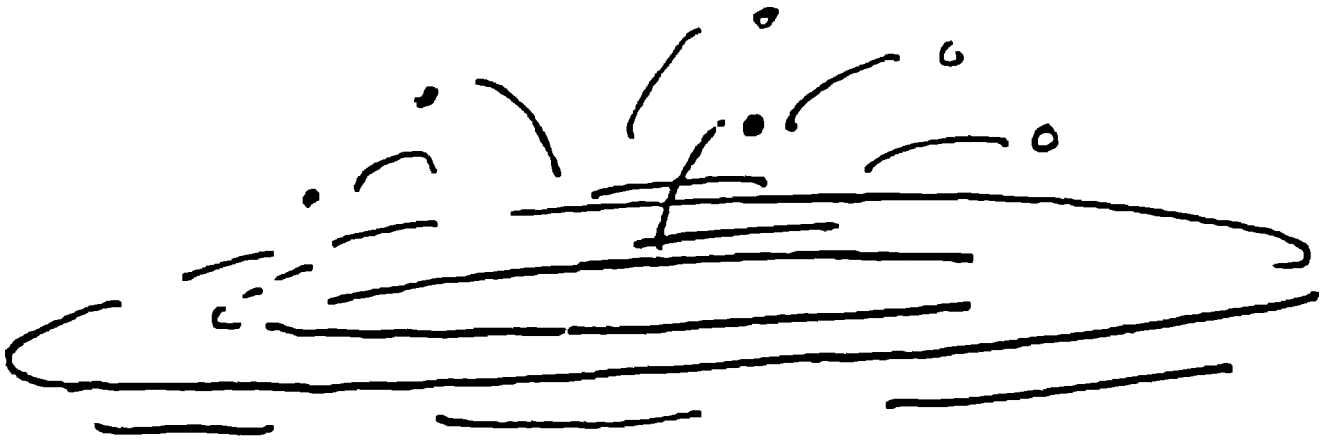
खतरे से अनजान

आपने चिड़ियों को खतरनाक बिजली के तारों पर आराम से बैठे देखा होगा। वे बिजली के झटके से मरती नहीं। क्यों?

तालाब पर स्केटिंग

अक्सर जब कीड़-मकौड़े तालाब में पानी की सतह पर स्केटिंग (इधर से उधर दौड़ते हैं) करते हैं तो उन्हें देखकर बड़ा अच्छा लगता है। वे बिना डूबे पानी की सतह पर स्केटिंग कैसे कर लेते हैं?

गीली रेत का रंग गहरा

पानी की ऊंची-ऊंची लहरें समुद्र के किनारे से लगातार आकर टकराती हैं। यह दृश्य बहुत ही सुंदर लगता है। पानी के आने और जाने की वजह से रेत पर एक निशान छूट जाता है। गीली रेत का रंग सूखी रेत से ज्यादा गहरा दिखता है। क्यों?

लहरों का आकार

ठहरे हुए पानी में पत्थर फेंकने से उसमें गोलाकार लहरें पैदा होती हैं जो वाहर की ओर फैलती जाती हैं। अगर नदी के वहते पानी में पत्थर फेंका जाए तो आपकी राय में लहरों का आकार कैसा होगा?

चोटी तक रस पहुंचा कैसे

ऊंचे पेड़ों में रस ऊपर कैसे चढ़ता है? यह सभी जानते हैं कि निर्वात (वैक्यूम) पम्प से पानी 33 फीट की ऊंचाई से ज्यादा ऊपर नहीं उठाया जा सकता। इसका कारण है कि वायुमंडल इससे ऊंचे जल स्तंभ को संभाल ही नहीं सकता। पर वहुत से पेड़ 33 फुट से अधिक ऊंचे होते हैं। वे जमीन से पानी अपनी चोटी तक कैसे पहुंचाते हैं?

समुद्र नीला क्यों

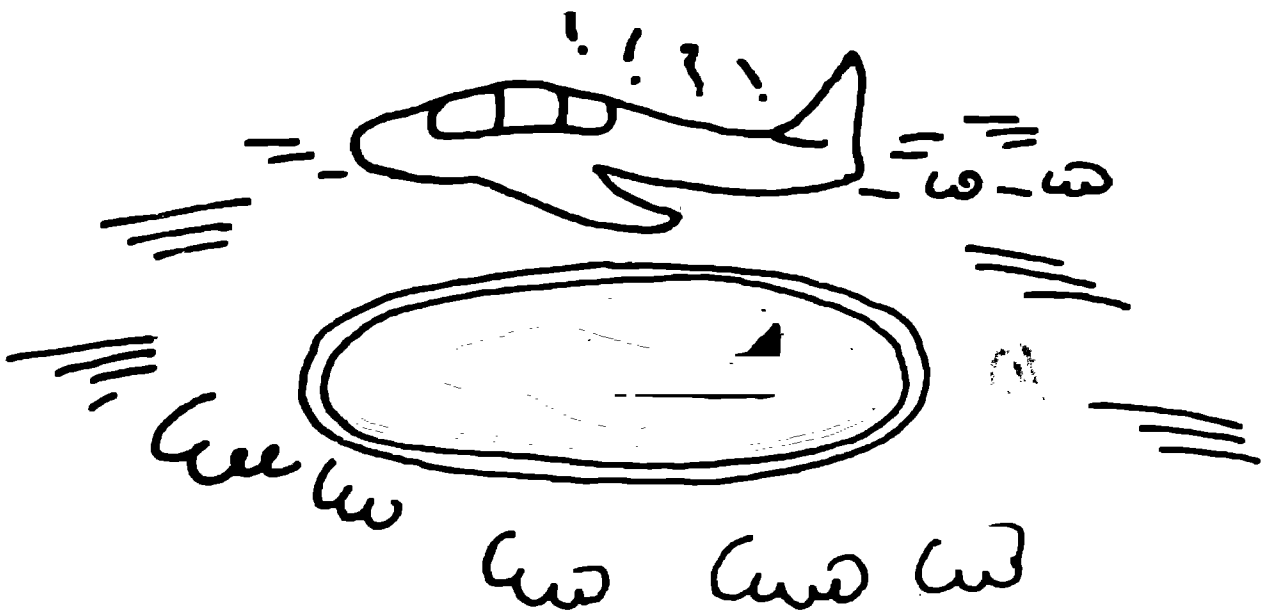
पानी के जहाज से अपनी इंग्लैंड यात्रा के दौरान सन् 1921 में सर सी. वी. रमन भूमध्य सागर के गहरे नीले पानी पर मोहित हो गये थे। समुद्र का रंग नीला क्यों था? लार्ड रैले के अनुसार यह आसमान के नीले रंग के परावर्तन के कारण था। इस मत की पुष्टि के लिए रमन ने जहाज पर ही एक सरल प्रयोग किया। उन्होंने कौन-सा प्रयोग किया था और उससे क्या निष्कर्ष निकाले थे?

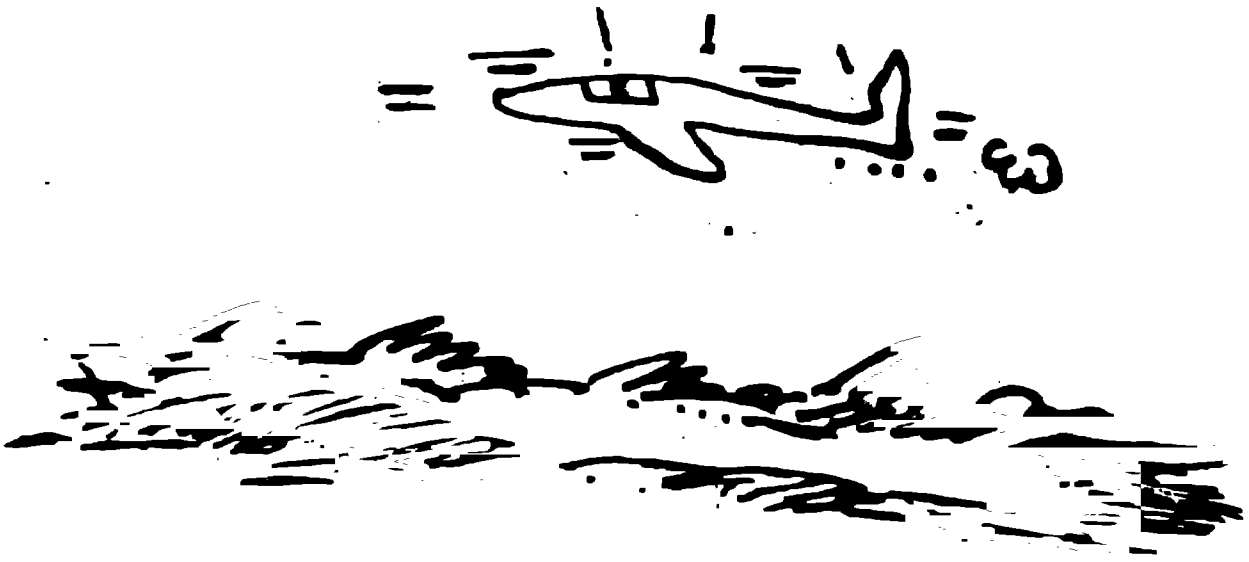
सर्दी की वर्दी

जाड़े के मौसम में अनेक स्थानों पर कोहरा छाया रहता है। पौ फटते ही आप गांव में फूस और खपरैल की बनी छतों के नीचे गहरा धुआं देख सकते हैं। यह दृश्य शरद ऋतु के अंतिम दौर और जाड़ों में ही देखने को मिलता है, अन्य ऋतुओं में नहीं। क्या आप जानते हैं कि ऐसा क्यों होता है?

भुतहा चांद

कुछ दिन पहले हमने पूर्ण चंद्रग्रहण देखा। जब पृथ्वी की परछाई ने चांद को पूरी तरह ढंक लिया, तब भी चांद आंखों से एकदम ओझल नहीं हुआ। उसे तब भी देखा जा सकता था। चांद अब भी हल्का लाल-सा गोला दिखायी दे रहा था। ऐसा क्यों?

पूरा इंद्रधनुष देखो

एक बार हवाई जहाज से यात्रा करते समय प्रसिद्ध रेडियो खगोलशास्त्री प्रोफेसर एम. के. दासगुप्ता ने जब नीचे झांका तो उन्हें एक बेहद सुंदर दृश्य दिखाई दिया। एक पूरा और एकदम गोल आकार का इंद्रधनुष जिसके केंद्र में नीचे बादलों पर हवाई जहाज की परछाई पड़ रही थी। लौटने के तुरंत बाद ही उन्होंने यह किस्सा हम लोगों को सुनाया। उन्हें गोल आकार का पूरा इंद्रधनुष क्यों दिखाई दिया?

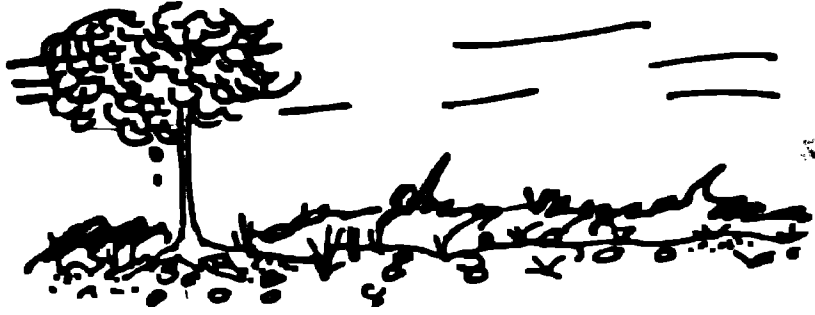
चांद और नदी

हाल ही में हमारा एक साथी, चांदनी रात में हवाई जहाज से एक नदी के काफी ऊपर उड़ान भर रहा था। जब उसने खिड़की में से झांका तो उसे बहुत आश्चर्य हुआ। उसने देखा कि नदी में चांद का प्रतिबिंब इतना बड़ा था कि वह नदी की चौड़ाई में पूरी तरह समा नहीं पा रहा था। वह इस बात से और हैरान हुआ जब उड़ान की उंचाई बढ़ने के साथ-साथ नदी की चौड़ाई तो कम होती जान पड़ी परंतु चांद के प्रतिबिंब की चौड़ाई कम नहीं हुई। इसका क्या कारण हो सकता है?

ओलबर का विरोधाभास

जब हम रात में आसमान को देखते हैं तो वहां झिलमिलाते तारों के अलावा एकदम घुप्प अंधेरा होता है। क्या रात का घुप्प अंधेरा उस ब्रह्मांड के बारे में कुछ जानकारी देता है, जिसमें हम रहते हैं?

झिलमिल चमको नन्हे तारे

"झिलमिल चमको नन्हे तारे, हरदम सोचूं तेरे बारे
आसमान में ऊंचे कैसे, चमक रहे तुम हीरे जैसे"
आसमान में तारे ही क्यों झिलमिलाते हैं ग्रह क्यों नहीं?

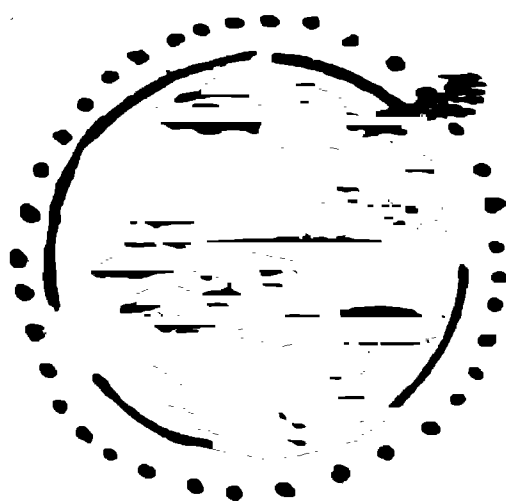
हवा की नीली छतरी

आसमान नीला क्यों दिखता है? इसे समझने के लिए आमतौर पर जो तर्क दिया जाता है वह रैले के प्रकीर्णन (स्कैटरिंग) के नियम पर आधारित है। इसके अनुसार हवा में मौजूद कण प्रकाश को छितराते हैं। प्रकाश का यह बिखराव उसकी आवृति के साथ तेजी से बढ़ता है। नीले प्रकाश की आवृति लाल प्रकाश से ज्यादा अथवा ऊंची होती है, इसलिए वह लाल प्रकाश की तुलना में अधिक बिखरती है। इसी कारण आकाश नीला दिखाई देता है। परंतु बैंगनी प्रकाश की आवृति नीले प्रकाश की आवृति से भी ज्यादा होती है। तब आकाश बैंगनी क्यों नहीं दिखाई देता?

नीला आसमान

क्या आपने कभी ध्यान दिया है कि सूर्यास्त के एकदम बाद हमारे ऊपर का आसमान गहरा नीला हो जाता है। इसके बारे में आपका क्या विचार है?

नीला चांद

अंग्रेजी में एक कहावत है "वंस इन ए ब्लू मून" (उस समय घटने वाली घटना जब चांद नीला हो), यानी कि अत्यंत ही दुर्लभ घटना। क्या आपने कभी ऐसा चांद अथवा सूर्य देखा है जो आसमान की तरह ही नीला हो। हमारी जानकारी के अनुसार नीले चांद और नीले सूर्य के आखिरी बार देखे जाने की आधिकारिक सूचना सितंबर 1950 में मिली थी। ब्रिटेन की रॉयल आब्जरवेटरी (वेधशाला) से जुड़े खगोलशास्त्री राबर्ट विल्सन ने नीले चांद और नीले सूर्य को एडिनबरा में देखा था। उन्होंने दूरबीन से उनका अध्ययन भी किया था। वह एक अजीब नतीजे पर पंहुचे जिसके अनुसार सूर्य और चांद के नीलेपन का संबध कनाडा के जंगलों में लगी आग से जुड़ा था। भला जंगल की आग का चांद के नीले होने से क्या संबंध हो सकता है?

चांद का प्रभामंडल

क्या कभी आपने चांद के इर्द-गिर्द प्रभामंडल, यानी प्रकाश का गोल घेरा देखा है? अवश्य देखा होगा। क्या आप जानते हैं कि इस प्रभामंडल के दिखाई देने का क्या कारण है?

8

अपने दिमाग पर जोर डालिये

"विज्ञान में सर्वोच्च सम्मान हम सृजनात्मक क्षमता और मौलिकता को देते हैं... हम वैज्ञानिकों का आदर इसलिए नहीं करते कि वे सही होते हैं। कोई भी व्यक्ति हमेशा सही नहीं हो सकता। हम वैज्ञानिकों का आदर करते हैं उनके मौलिक और उत्तेजनापूर्ण विचारों और उनके नये-नये शोधकार्यों के लिए।"

— हरमन बांडी

"जनाब, जरा खड़े होइये
और अपने दिमाग को झटकिये
मुफ्त में पाइये ऐसा इलाज
जिसका हमें नहीं अंदाज।"

— पाइड पाइपर ऑफ हैमलिन

करतबी कार्क

एक समतल कार्क के छोटे टुकड़े को पानी में भिगोकर उसे पानी के गिलास में तैरा दें। आप पायेंगे कि कार्क हमेशा गिलास की दीवारों की ओर खिसक आता है। गिलास में अब धीरे-धीरे और पानी भरें। गिलास लबालब भर जाने पर कार्क अपने आप गिलास के बीचों-बीच आ जाता है और वहीं टिका रहता है। इसका कारण स्पष्ट है—पानी की सतह का ढाल अब उल्टा हो गया है। इस उलटने का क्या कारण हो सकता है? कार्क किस वजह से गिलास के बीच में आता है और वहां ठहरा रहता है?

तैरते ब्लेड और डंडी

दो शेविंग ब्लेड और दो लकड़ी की डंडियां लें। पहले ब्लेडों को पानी से भरे टब या बाल्टी में हल्के से रखें जिससे वे डूबें नहीं। अब उंगली से धकेलकर धीरे-धीरे ब्लेडों को एक-दूसरे के पास ले आएं। आप पायेंगे कि जब ब्लेडों के बीच की दूरी 3-4 मिली मीटर रह जाती

है तो वे खुद ही एक-दूसरे की ओर आकर्षित हो जाते हैं। ब्लेड उस समय तक आपस में चिपके रहते हैं जब तक आप उन्हें अलग नहीं करते। ब्लेडों की जगह पर लकड़ी की डंडियां इस्तेमाल करने पर भी वही होता है। परंतु अगर आप एक ब्लेड और एक डंडी को इसी तरह पास लाएं तो वे आकर्षित होने की बजाए एक दूसरे से दूर भागते हैं।

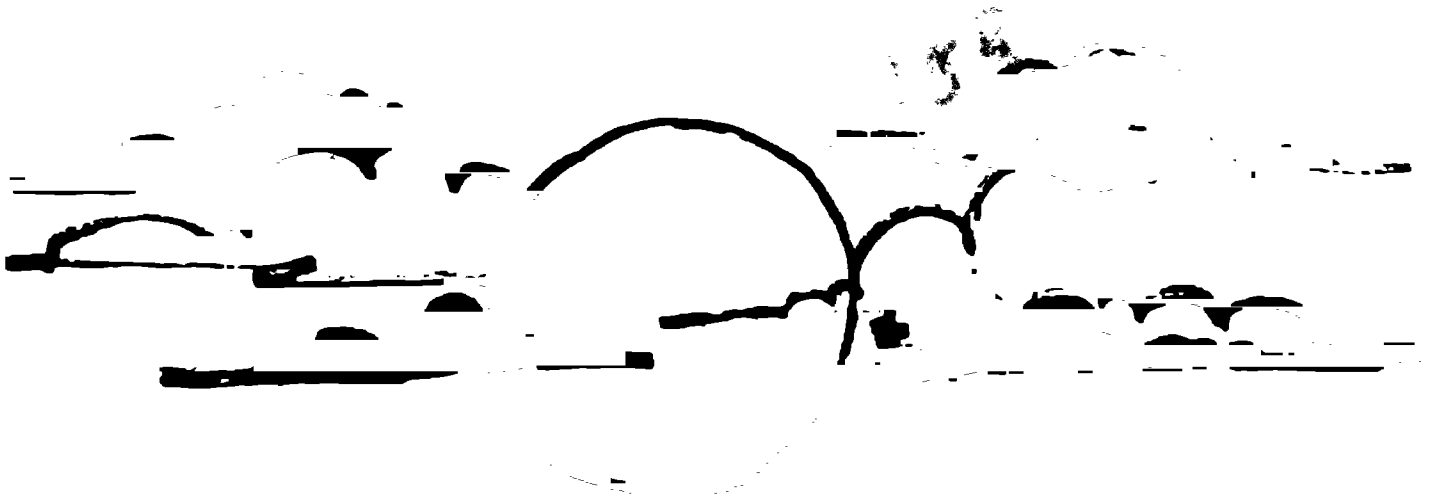
हम चाहेंगे कि आप यही प्रयोग अलग-अलग पदार्थ और आकार की चीजों के साथ दोहराएं, जिससे एक सामान्य नियम स्थापित हो सके। तैरती हुई चीजें ऐसा व्यवहार क्यों करती हैं?

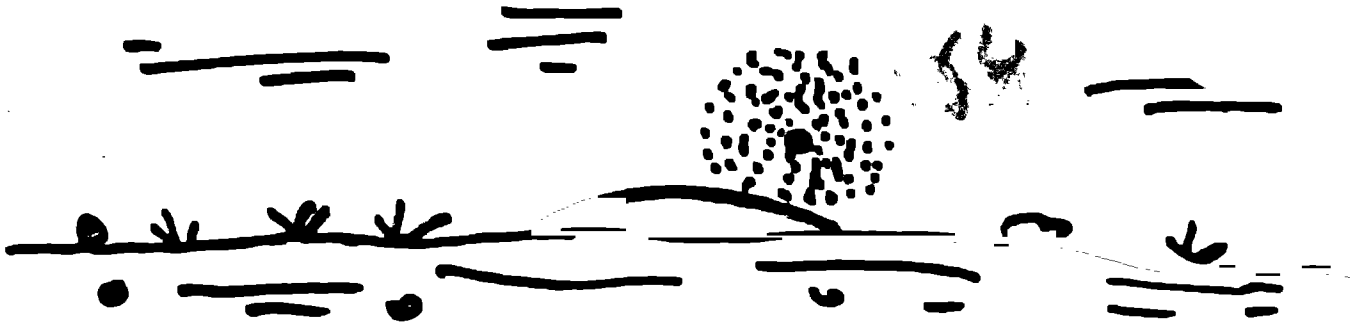
उलटने वाला लट्टू

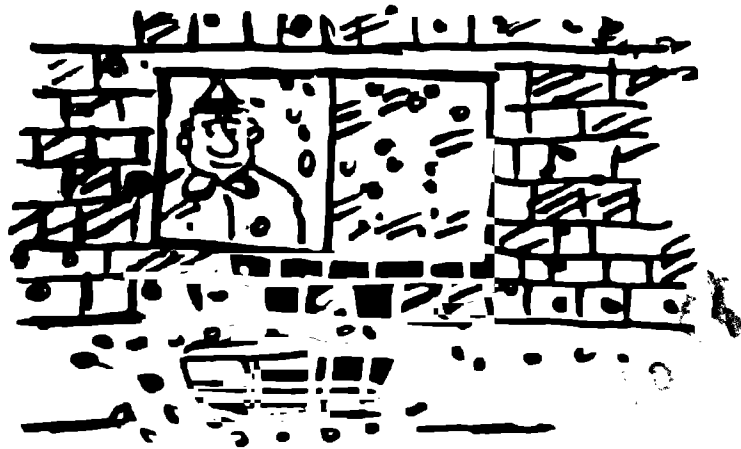
इस चित्र को ध्यान से देखिए। क्या आपने इन दोनों आश्चर्यचकित व्यक्तियों को पहचाना? ये दोनों इस शताब्दी के सबसे मशहूर भौतिकशास्त्री—नील्स बोर और वुल्फगांग पौली हैं। दोनों टकटकी लगाए एक लट्टू —'टिपी टॉप' को देख रहे हैं। अगर आप इस लट्टू के भारी गोलाकार पेंदे को घुमाएं तो वह जल्दी ही खुद उलट जायेगा और अपने पतले सिर पर घूमता रहेगा। क्या यह जादू जैसा नहीं है?

टिप्पणीः लट्टू का एक-सी गति के साथ घूमना मुख्य रूप से उसकी गोल गति के जड़त्व के कारण है। तकनीकी भाषा में इसे कोणीय वेग का संरक्षण (कंजर्वेशन ऑफ एंग्युलर मोमेंटम) कहा जाता है। टिपी टॉप के पलटने का अर्थ है उसके कोणीय संवेग की दिशा में बदलाव, यानी उसके घूमने के जड़त्व में एकाएक परिवर्तन। इसमें घर्षण की एक महत्वपूर्ण भूमिका है। घर्षण घूमने की दिशा के उल्टा काम करता है और ऐसी ऐंठन पैदा करता

है जिससे लट्टू पलटता है। पर तब लट्टू बार-बार पलटी क्यों नहीं खाता? घूमते समय लट्टू का भारी पेंदा ऊपर होता है। इस स्थिति में लट्टू अधिक स्थायी क्यों है? इसके बारे में सोचिए।

चांद का लंबा चेहरा

आपने कभी यह ध्यान दिया है कि जब चंद्रमा क्षितिज पर होता है तो उसका आकार कुछ बड़ा लगने लगता है? आपका ध्यान इस ओर जरूर गया होगा, लेकिन आपमें से ज्यादातर लोगों ने इस बारे में अधिक नहीं सोचा होगा। एल. कॉफमैन और आई रॉक ने इसके बारे में गहरा अध्ययन किया है। उनके अनुसार क्षितिज पर चंद्रमा का आकार सिर के ऊपर स्थित चंद्रमा के नाप से 1.2 से 1.5 गुणा बड़ा होता है (साइंस, खंड 136, पृष्ठ 953, वर्ष 1962)। चंद्रमा जैसे-जैसे आसमान में ऊपर चढ़ता है उसका आकार सिकुड़ता हुआ लगता है। वायुमंडल की परिस्थितियों का इस पर कुछ प्रभाव नहीं पड़ता है। प्रसिद्ध पत्रिकाओं में इस विषय पर लंबी बहस चल रही है। कुछ लोगों के अनुसार यह सापेक्षता (रिलेटिविटी) का एक प्राकृतिक उदाहरण है। लेकिन सच यह है कि इनका संतोषजनक उत्तर अब भी नहीं मिला है। शायद अब आप इस विषय पर सोचने को प्रेरित हों?

हरी चमक

कभी-कभी सूर्यास्त से ठीक पहले आसमान में कुछ सेकिंड के लिए एक हरी चमक देखी जा सकती है। पल्सर को खोजने वाले वैज्ञानिक एंथोनी ह्यूइश ने खुद इस चमक को देखने की पुष्टि की है। आपकी राय में इस घटना का क्या कारण हो सकता है?

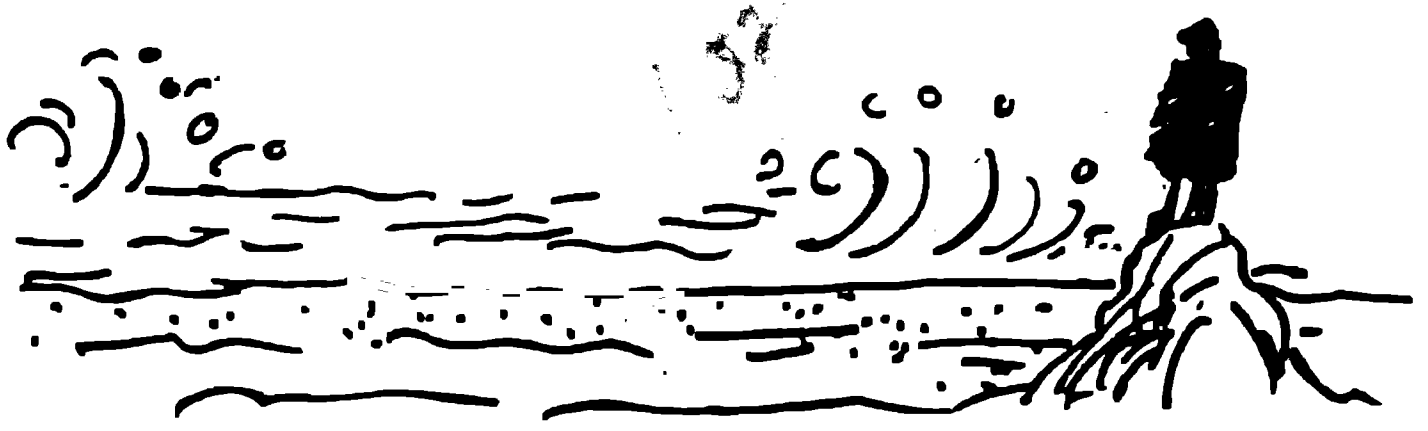
गर्म जल्दी ठंडा

जाड़ों के दौरान कनाडा और आइसलैंड जैसे ठंडे देशों में एक अजीब बात पायी गयी है। अगर वहां पानी को पहले तेज गर्म कर लिया जाता है तो वह सामान्य पानी के मुकाबले जल्दी जम जाता है। क्या यह बात आम धारणा के एकदम उल्टी नहीं लगती? फ्रैंसिस बेकन ने भी इस विचित्र घटना पर गौर किया था और उस पर टिप्पणी की थी। हाल ही में जी. एस. केल (नेशनल रिसर्च काउंसिल, कनाडा) ने इस घटना को बारीकी से जांचा-परखा है (अमेरिकन जरलन ऑफ फिजिक्स, खंड 37, पृष्ठ 564)। उनके अनुसार अगर धातु की बजाए लकड़ी का खुले मुंह का बर्तन इस्तेमाल किया जाए तो इस घटना को और साफ देखा जा सकता है। अगर आपको थोड़ा शक हो तो यह प्रयोग करके देखें। थोड़ा पानी गर्म करें और उसे बिना ढक्कन के लकड़ी या प्लास्टिक के बर्तन में डालें। अब वैसे ही बर्तन में उतना ही सादा पानी (कमरे के ताप पर) लें। दोनों बर्तनों को अपने रेफ्रिजिरेटर

के फ्रीजर में रख दें। अब देखें कि कौन-सा पानी पहले जमता है और क्यों?

टिप्पणी: हम केवल एक ही जरूरी बात पर जोर देंगे –ठंडे पानी की तुलना में गर्म पानी की भाप जल्दी बन जाती है। इससे गर्म पानी का भार जल्दी कम हो जाता है। इसलिए अगर बराबर मात्रा में गर्म और ठंडा पानी लिया जाए तो उन दोनों का तापमान एकसमान हो जाने तक गर्म पानी थोड़ा भाप में बदल जायेगा और उसकी ऊष्मा-धारिता (गर्मी सोखने की क्षमता) कम हो जायेगी। इसी कारण वह बाद में ज्यादा तेजी से ठंडा हो जायेगा। निश्चय ही इसमें से कई कारणों की बारीकी से जांच करने की जरूरत है –जैसे संवहन करंट का प्रभाव और बर्तनों की अलग-अलग चालकता आदि।

नीले पहाड़

पहाड़ी क्षेत्रों में सफर करते हुए आपने अवश्य ध्यान दिया होगा कि दूर-दराज के पहाड़ अक्सर नीले दिखाई देते हैं। ऐसा क्यों?

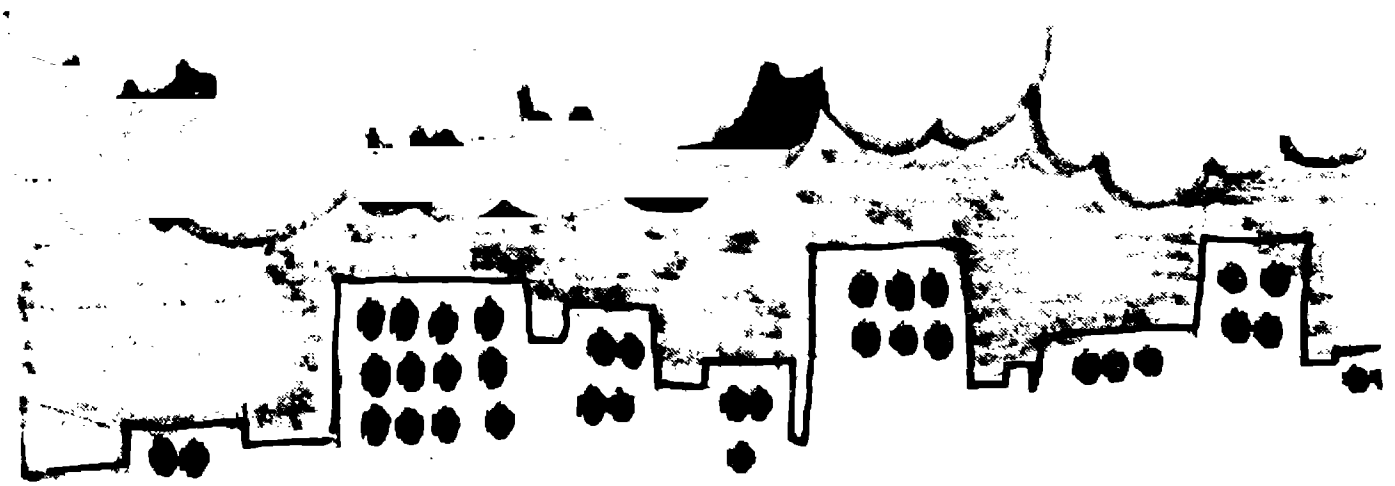
दूर होती नीलरेखा

अगर आप समुद्र के किनारे खड़े होकर समुद्र को निहारें तो आप देखेंगे कि क्षितिज के पास एक साफ रेखा है, जिसके आगे समुद्र का रंग ज्यादा गहरा नीला दिखता है। अगर आप समुद्र तट पर किसी टीले पर चढ़ेंगे तब आप पायेंगे कि जैसे-जैसे आप ऊपर चढ़ रहे हैं वैसे-वैसे यह रेखा क्षितिज की ओर होती जाती है। ऐसा क्यों? यह समस्या हमें क्वींस यूनीवर्सिटी, बेलफास्ट, उत्तरी आयरलैंड के डा. एंड्रयू विटेकर ने सुझाई थी।

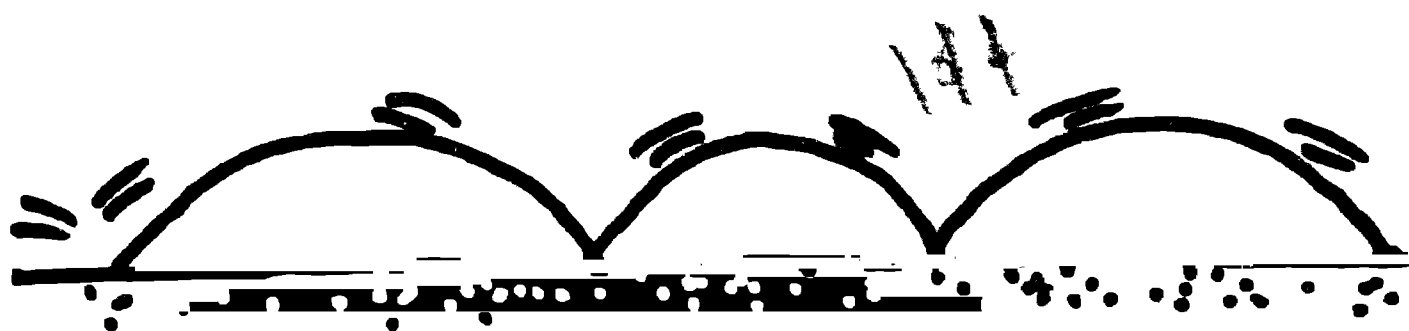
पलटी खाता डिब्बा

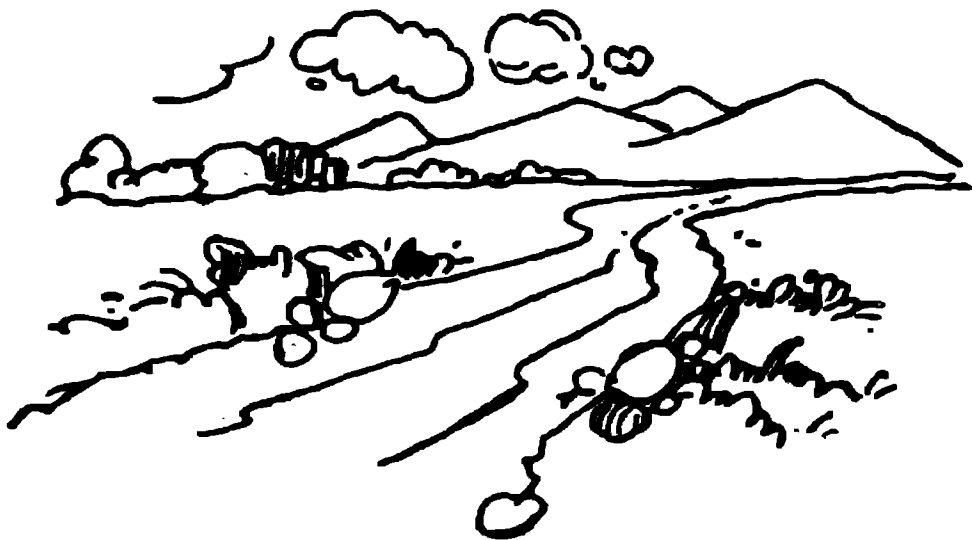
एक दिन रिचर्ड फेइनमैन अपने मित्र जान व्हीलर के रसोईघर में गये, जहां उनकी पत्नी रात का खाना पका रही थीं। उन्होंने वहीं शेल्फ पर से एक बंद टिन का डिब्बा उठाया और बच्चों से कहा "मैं इसे बिना खोले, और बिना इसका लेबल पढ़े ही बता सकता हूं कि इसके अंदर कुछ ठोस चीज है या तरल। क्या तुम जानते हो कैसे?" "कैसे", अचरज में सभी बच्चों ने पूछा। फेइनमैन ने डिब्बे को उछाला और उसके घूमने तथा डोलने को ध्यान से देखा। फिर उन्होंने घोषणा की, "इसमें तरल पदार्थ है"। डिब्बा खोलने पर उनकी भविष्यवाणी सही पायी गयी। उन्होंने किस गुर का इस्तेमाल किया?

गोल-गोल चक्करों में तैरना

रिचर्ड फेइनमैन एक दिन तैराकों के एक दल से बातचीत कर रहे थे। तैराकों के अनुसार वह व्यक्ति ज्यादा तेज तैर सकता है जो लगभग गंजा हो और जिसने अपनी टांगों के बाल सफाचट कर दिये हों। फेइनमैन इस धारणा की पुष्टि के लिए उत्सुक हो उठे। उन्होंने इसे परखने के लिए एक अनोखा तरीका सुझाया—अगर बाल सफाचट करने से तैरने में मदद मिलती है तो तैराक अपनी केवल एक टांग के बाल साफ कर ले। इससे तैराक गोल-गोल चक्करों में तैरेगा। आप क्या सोचते हैं?

आने वाला तूफान

क्या आपने कभी इस बात पर गौर किया है कि तूफान आने से पहले बादलों से घिरे रात के आसमान में कभी-कभी हल्की लाल चमक दिखाई देती है? इसका क्या कारण हो सकता है?

उछलते हुए आगे बढ़ो

क्या आपने कभी पानी की सतह पर पत्थर उछाला है? यदि आपने ऐसा किया है तो गौर किया होगा कि डूबने से पहले पत्थर की छलांगें लगातार छोटी होती जाती हैं। परंतु कोलंबिया विश्वविद्यालय के प्रोफेसर ई. एच. राइट ने समुद्र के किनारे पर, आपस में खूब सटी रेत पर पत्थर उछालने की सोची। ऐसा करने पर उन्हें कुछ अलग ही नजारा दिखाई दिया। पत्थर की पहली छलांग छोटी और दूसरी उससे लंबी थी। इन छोटी-बड़ी, छोटी-बड़ी छलांगों का सिलसिला पत्थर के रुकने तक जारी रहा। सपाट आकार के सभी पत्थरों का व्यवहार ऐसा ही पाया गया है। राइट के पहले जिक्र के बाद इस मामले का गहराई से अध्ययन हुआ है। इसमें तेज गति की फोटोग्राफी का भी उपयोग किया गया। अभी तक इस मामले को समझाने के लिए तमाम जटिल तर्क पेश किये गये हैं। हम चाहते हैं कि इस समस्या को समझने की कोई सरल व्याख्या हो। शायद आप इसमें कुछ मदद कर सकें।

इतराती, बलखाती बहती नदी

नदियां सीधी नहीं बहतीं। वे इधर-उधर बल खाती, चक्कर लगाती हुई बहती हैं। नदियों के इस व्यवहार से महान् वैज्ञानिक आईस्टीन भी चक्कर में पड़ गये थे। उन्होंने इस विषय पर एक निबंध भी लिखा था। उनके अनुसार नदियों के चक्करदार बहाव और 'चाय के कप में होने वाली घटना' (पहला अध्याय देखें) के बीच संबंध है। यह रिश्ता क्या है?

टिप्पणीः पानी के बहाव के कारण ही नदी चक्कर लगाती हुई बहती है ('आइंस्टीन आपके चाय के प्याले में': अध्याय 1 का उत्तर देखें)। नदी की तली चाय के प्याले के किनारों का काम करती है। एक बड़े नाले की तरह ही नदी में भी पानी बहता है। नदी की तली और उसके किनारों से लगे हुए पानी की गति कुछ कम हो जाती है। इस वजह से नदी की सतह और मध्य भाग का पानी, अन्य स्थानों की तुलना में अधिक तेजी से बहता है। इससे एक दूसरा प्रवाह पैदा होता है जो कुंडली जैसा नदी के बहने वाली दिशा में होता है। जब नदी के बहाव में कुछ रुकावट आती है—उदाहरण के लिए दायें किनारे पर कोई चट्टान आ जाती है, तब नदी का बहाव बायीं ओर मुड़ जाता है। इस तरह बहाव बायें किनारे को काटता रहता है और मलबे को कुछ दूर आगे ले जाकर दायें किनारे पर इकट्ठा करता रहता है। यह क्रिया नदी को बायीं ओर मोड़ देती है। नदी तब तक मुड़ी रहती है जब तक कोई और रुकावट सामने नहीं आ जाती। नदी के चक्करदार बहाव में बहते रहने के लिए यह जरूरी है कि उसे लगातार बायें-दायें कोई-न-कोई रुकावट मिलती रहे। वैसे यह व्याख्या काफी सही लगती है, फिर भी इसमें कुछ शक की गुंजाइश है। इसकी एकदम सही व्याख्या के लिए और अधिक खोजबीन करनी पड़ेगी।

धार लहरदार

नल को खोलें और फिर उसे धीरे-धीरे तब तक बंद करें जब तक उससे गिरने वाली धार बहुत पतली और नियमित न हो जाये। अब धार में उंगली रख दें। इससे धार में एक साफ लहरदार नमूना दिखाई पड़ता है। इस लहरदार नमूने की अवधि आपकी उंगली और नल के बीच दूरी पर निर्भर करती है। इस अनोखे नमूने का संतोषजनक उत्तर हमें अब भी नहीं मालूम। क्या आप मदद कर सकते हैं?

उत्तर

1

गुनगुनाती केतली

केतली के पेंदे से सटी पानी की तह सबसे पहले गर्म होती है। जैसे-जैसे ताप बढ़ता है वैसे-वैसे तली पर भाप के बुलबुले (हवा के बुलबुले नहीं) बनते हैं। पानी से हल्का होने के कारण वे ऊपर उठते हैं और ऊपर के ठंडे पानी की तहों के संपर्क में आते हैं, सिकुड़ते हैं और अंत में फूट जाते हैं। भाप के असंख्य बुलबुलों के फूटने से ही गुनगुनाने की आवाज पैदा होती है। जैसे-जैसे भाप के और बुलबुले बनते हैं और फूटते हैं, वैसे-वैसे यह आवाज बढ़ती जाती है। परंतु अंत में सारा का सारा पानी उबलने के तापमान तक गर्म हो जाता है। अब भाप के बुलबुलों का फूटना बंद हो जाता है, क्योंकि अब उनको ठंडे पानी की तहों से नहीं टकराना पड़ता। इसलिए गुनगुनाने की आवाज बंद हो जाती है और केतली का सारा पानी उबलना शुरू हो जाता है।

चाय के प्याले में चम्मच

एक कुशल गृहिणी धातु का चम्मच चाय की प्याली में इसलिए रखती है क्योंकि धातु ऊष्मा की सुचालक होती है—यानी धातु (स्टील) जल्दी से गर्मी को सोख लेती है। क्या आप बाकी का उत्तर स्वयं सोच सकते हैं?

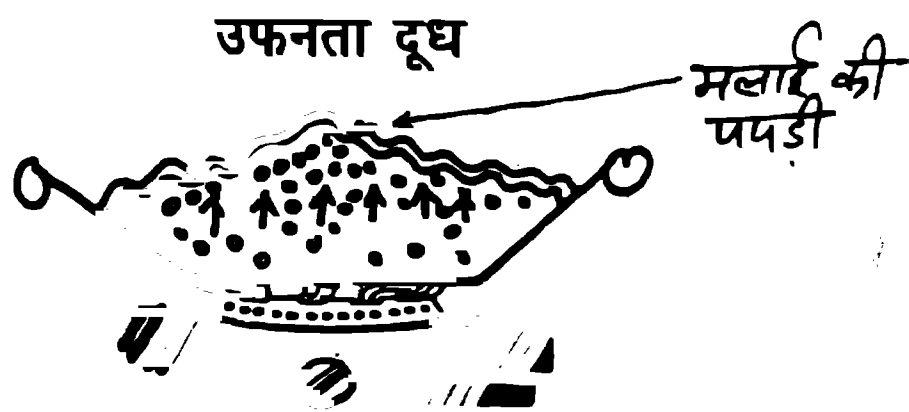
जब प्याले में गर्म चाय डाली जाती है तो सबसे पहले उसकी दीवार की अंदर की परतें गर्म होती हैं और फिर धीरे-धीरे बाहर की परतें गर्म होती हैं। असमान रूप से गर्म होने के कारण प्याले की अंदर की परतें ज्यादा फैलती हैं और बाहर की कम। इसी वजह

से प्याला चटख जाता है। इसीलिए मोटी दीवारों वाले प्याले पतली दीवारों के प्यालों के मुकाबले ज्यादा जल्दी चटख जाते हैं।

बर्फ की ट्रे को न चाटें

आपकी उंगलियों पर हमेशा कुछ-न-कुछ नमी रहती है। जब आप बर्फ की ठंडी ट्रे को छूते हैं, तब आपकी उंगलियों की नमी जम जाती है। उंगलियों का दाब जमी हुई नमी को ट्रे में रखी बर्फ से चिपका देता है। अगर आप बर्फ की ट्रे को चाटने की कोशिश करेंगे तो आपकी जीभ उससे चिपक जायेगी और हो सकता है कि आपकी जीभ की त्वचा की परत भी उखड़ जाए।

फर्मी से फ्राईंग पैन तक

इसके उत्तर के पीछे एक साधारण-सा तथ्य है। जब भोजन को तला जाता है तब तेल नहीं बल्कि भोजन में मौजूद पानी उबलता है। निश्चय ही पानी के उबलने का तापमान टिन के गलन ताप से कम है।

सभी लोग जानते हैं कि जब दूध गर्म किया जाता है तब उसकी सतह पर एक मलाई की 'पपड़ी' जम जाती है। इसका कारण यह है कि दूध को गर्म करने पर उसका कुछ घी (वसा) अलग हो जाता है। गर्म दूध में बनने वाली भाप के सब बुलबुले (दूध में काफी मात्रा में पानी मौजूद होता है) इस मलाई की पपड़ी में फंस जाते हैं। इस भाप का दबाव ही अंत में पपड़ी को ऊपर उठाता है, जिससे दूध उफनकर गिर जाता है। दूध को चमचे से हिलाने से यह पपड़ी टूट जाती है—भाप निकल जाती है और दूध उफनने से बच जाता है। गृहिणियों ने काफी जांच पड़ताल के बाद इस तकनीक को खोज निकाला है।

सूप का चक्कर

सूप का थोड़े समय के लिए उल्टी दिशा में घूमना 'विस्को इलास्टिसिटी'—यानी तरल वस्तुओं में लसलसेपन और लोच का एक सटीक उदाहरण है। (एक 'आदर्श' तरल बिल्कुल लसलसा नहीं होता पर आमतौर पर बाकी तरल थोड़े लसलसे होते हैं।) एक बार जब आप सूप को हिलाना बंद कर देते हैं, तो सूप की वे तहें जो बर्तन से सीधे संपर्क में हैं सबसे पहले रुक जाती हैं। परंतु सूप की वे तहें जो सतह पर हैं अपने लसलसेपन के कारण अभी भी घूमती रहती हैं। बर्तन से लगी सूप की रुकी हुई तहें अब घूमती तहों पर ब्रेक लगाती हैं और वे रुककर उल्टी दिशा में घूमती हैं। इससे सूप में एक स्प्रिंगनुमा कंपन पैदा हो जाता है। सूप के लसलसेपन के कारण थोड़ी देर में यह कंपन खत्म हो जाता है। अगर कोई तरल, जैसे पेस्ट, बहुत लसलसा है तो उसमें घुमाव केवल एक ही बार उलटकर खत्म हो जायेगा।

रसोईघर का सिंक

इस आम घटना के पीछे जो भौतिकी है उसमें बहते पानी पर तरंगों का प्रसार (गुरुत्व से नियंत्रित) शामिल है। यह एक महत्वपूर्ण संख्या द्वारा नियंत्रित होती है। यह संख्या 'फ्रॉउड नंबर' कहलाती है जो पानी की धार की गति और तरंग की गति का अनुपात है। गुरुत्व की तरंगें पानी की सतह पर तभी चल सकती हैं जब उनका 'फ्रॉउड नंबर' एक से कम हो। गुरुत्व की तरंगों की गति पानी की गहराई के साथ बढ़ती रहती है। सिंक से टकराने से पहले पानी की धार की गति इतनी तेज होती है कि पानी आसानी से एक पतली चादर में फैल जाता है। इस क्षेत्र में 'फ्रॉउड नंबर' का मान एक से अधिक होता है। परंतु घर्षण हमेशा की तरह पानी के इस फैलाव को रोकता है। इस कारण दूरी के साथ-साथ पानी की तह की मोटाई भी बढ़ती जाती है। अब बहाव एक ऐसे बिंदु पर पहुंच जाता है जहां

'फ्रॉउड नंबर' का मान एक से कम हो जाता है और तब गुरुत्व की तरंगें बहने लगती हैं। यहां पर अचानक पानी की एक दीवार जैसी खड़ी हो जाती है। नल से पानी जितनी अधिक तेजी से बहेगा, पानी की दीवार का घेरा भी उतना ही अधिक चौड़ा होगा। गुरुत्व के खिंचाव के कारण यह असर एक गोल पेंदे वाले सिंक में और साफ नजर आता है। अगर आप सिंक के निकासी के छेद को बंद कर दें तो उसमें पानी इकट्ठा होगा और धीरे-धीरे दीवार की त्रिज्या कम होती जायेगी। अंत में दीवार गायब ही हो जायेगी।

शहद की समस्या

हम जानते हैं कि किसी भी तरल पदार्थ की सतह एक झिल्ली जैसी तनी होती है और उसमें ऊर्जा संचित होती है। प्रति इकाई क्षेत्रफल पर लगी इस ऊर्जा का मान ही वास्तव में सतह के तनाव का माप है। यह तनाव ही, सतह के क्षेत्रफल को न्यूनतम बनाये रखता है। जब शहद की मात्रा उसकी सतह के तनाव के खिंचाव से ज्यादा हो जाती है तो शहद की धार जैसे खिंचकर नीचे आ जाती है। धार को चाकू से काट देने पर चाकू से ऊपर शहद का भार कम हो जाता है। अगर धार को शहद के बर्तन के मुंह के बहुत नीचे नहीं काटा जाए तो अक्सर सतह का तनाव गुरुत्वाकर्षण के बल से ज्यादा ताकतवर होगा।

हमने नल से गिरती पानी की बूंदों पर इस बात का परीक्षण किया है। जैसे-जैसे पानी नल के मुंह पर इकट्ठा होता है वैसे-वैसे बूंद लंबी और अंडाकार हो जाती है। धीरे-धीरे बूंद और बड़ी होती है और अंत में नल के मुंह से गिर जाती है। बाकी पानी ऊपर की ओर सिमट जाता है।

आईंस्टीन आपके चाय के प्याले में

आईंस्टीन के खुद अपने शब्दों में, "किसी भी तरल के घूमने से उस पर एक प्रतिकेंद्री बल लगता है। इस बल से तरल के बहाव में कुछ बदलाव नहीं आयेगा, विशेषकर अगर

तरल एक ठोस पिंड जैसा घूमे। परंतु प्याले की दीवारों से एकदम सटा हुआ तरल घर्षण के कारण, थोड़ा धीमे घूमता है। उसकी गोल घूमने की गति अन्य जगहों और बीच के मुकाबले कम होती है। यह गोल घूमने की रफ्तार और प्रतिकेंद्री बल, तरल के पेंदे में ऊपर की तहों के मुकाबले कम होगा। इसके परिणामस्वरूप तरल ऊपर तो घूमेगा परंतु पेंदे के घर्षण के कारण नीचे एकदम रुक जायेगा। इसी कारण चाय की पत्ती के पेंदे के बीचों-बीच आकर जमा हो जाती है और इस गोल गति के अस्तित्व का भास दिलाती है"।

आपने चाय को प्याले में हिलाते हुए ध्यान दिया होगा कि चाय की सतह ऊपर को फूल जाती है। इस बहाव की स्थिति में चाय की पत्ती केंद्र से दूर जाकर गिरती है! चम्मच को हटा लेने पर चाय का घूमना धीमा हो जाता है, जिसके कारण उसकी सतह चपटी हो जाती है और चाय की पत्ती प्याले के पेदे के केंद्र पर जमा हो जाती है।

2

कुछ तो पीजिए

जब हम कुछ पीते हैं तो उससे पहले हम फेफड़ों की मदद से अपनी छाती को फुलाते हैं। इससे मुंह के अंदर की हवा कम हो जाती है और उसका दाब कम हो जाता है। बाहर के वायुमंडलीय दबाव के कारण ही पेय अब मुंह के कम दबाव के क्षेत्र में चढ़ता है।

अगर आप किसी बोतल के मुंह को पूरी तरह अपने होठों से बंद कर दें तो बोतल और मुंह के अंदर समान दबाव के कारण आप बोतल के अंदर के पेय को पी ही नहीं सकते। ऐसे में आपको बोतल को उल्टा करके उसके पेय को मुंह में उड़ेलना होगा। इस तरह गुरुत्व के प्रभाव के कारण पेय बहकर आपके मुंह में जायेगा।

साबुन और मैल

मैल के कण दो तरह के होते हैं—कुछ में तेल होता है तो कुछ में विद्युत का चार्ज। सिर्फ पानी से धोने से कोई लाभ नहीं होता है क्योंकि ये कण हमारे शरीर और कपड़ों से कसकर चिपक जाते हैं। दूसरी मुश्किल यह है कि तेल पानी में बिल्कुल भी नहीं घुलता। साबुन के परमाणुओं की ऐसी संरचना होती है कि वे तेल और मैल के कणों से जाकर चिपट जाते हैं। इसके बाद इन मैले कपड़ों को पानी से धोने से उनकी गंदगी धुल जाती है।

लपकती लौ

अपेक्षा के विपरीत सुरक्षित लौ आगे को भागेगी, पीछे नहीं। लौ गर्म होने के कारण, अपने आसपास की हवा के मुकाबले हल्की होती है। न्यूटन के गति के दूसरे नियम के अनुसार किसी पिंड पर बल लगने से उसका वेग बढ़ता है। पिंड का भार जितना ही कम होता

है उसकी गति उतनी ही तेज होती है। अपने आसपास की हवा के मुकाबले हल्की होने के कारण लौ आगे की ओर लपकती है।

करामाती कीप

जैसे-जैसे तरल बोतल में घुसता है, वह बोतल के अंदर कैद हवा को दबाता है। थोड़ी देर बाद बोतल में हवा का दाब इतना हो जाता है कि वह ऊपर के कीप में भरे तरल के भार को संभाल सके। अब आपको कीप को थोड़ा सा उठाना होगा जिससे बोतल के अंदर दबी हवा बाहर निकल सके। अब एक बार फिर तरल नीचे की ओर बोतल में बहने लगता है।

बुझा दो!

न्यूटन का ठंडे होने का नियम (गति का नहीं) यहां पर काम कर रहा है। इसमें से एक नियम के अनुसार किसी गर्म वस्तु और उसके आसपास के तापमान में जितना अधिक अंतर होगा, वह वस्तु उतनी ही जल्दी ठंडी होगी। इसी कारण जाड़ों में चाय जल्दी ठंडी हो जाती है। जब हम गर्म चाय और दूध को ठंडा करने के लिए फूंक मारते हैं, तब वहां गर्म हवा का स्थान ठंडी हवा ले लेती है और गर्म पेय जल्दी ठंडा हो जाता है। न्यूटन का एक और नियम है, जिसके अनुसार गर्म वस्तु की सतह का क्षेत्रफल जितना अधिक होता है वह उतनी ही जल्दी ठंडी होती है। इसी कारण चाय प्लेट में डालने से जल्दी ठंडी हो जाती है।

मोमबत्ती पर ये दोनों ही नियम लागू होते हैं। इनके कारण पिघले मोम के धुएं का ताप ठंडा होकर मोम के ज्वलन बिंदु से कम हो जाता है। जब हम मोमबत्ती की लौ पर फूंक मारते हैं तो हम (क) लौ के आसपास की गर्म हवा हो ठंडी हवा से बदल देते हैं। साथ ही (ख) मोम के जलते धुएं के गेंद जैसे आकार को विकृत कर उसकी सतह का क्षेत्रफल बढ़ा देते हैं। सरल ज्यामिति के अनुसार किसी वस्तु के निश्चित आयतन की दृष्टि से गोले की सतह का क्षेत्रफल सबसे कम होता है। गोल आकार के बदलने से उस वस्तु की सतह का क्षेत्रफल बढ़ जाता है।

आम धारणा के विपरीत दरअसल गर्म हवा की तेज धार से कोयले को जलाना और पेंट की तह को छीलना संभव है। ऐसे उपकरण (जो हॉट एअर स्ट्रिपर या पोकर कहलाते हैं) आजकल विदेशी बाजारों से खरीदे जा सकते हैं।

मजे से करें इस्त्री

इस्त्री करने से पहले कपड़ों पर पानी छिड़कने से उनमें लगे कलफ का घोल बन जाता है। इससे कपड़े को मुलायम बनाने में मदद मिलती है। गर्म इस्त्री से पानी जल्दी से भाप बनकर उड़ जाता है और अपने पीछे कपड़े की कड़क सतह छोड़ जाता है।

आग! आग!

दो चीजों की वजह से पानी आग बुझाने का एक अच्छा साधन है। पहले तो पानी जलती वस्तु की बहुत-सी गर्मी सोख लेता है (हम कहते हैं कि पानी की विशिष्ट ऊष्मा अधिक है) जिससे वह जल्दी ठंडी हो जाती है। दूसरा कारण है कि जलती वस्तु के संपर्क में आते ही पानी भाप में बदल जाता है और उसका आयतन बढ़ जाता है। यह भाप जलती वस्तु को घेर लेती है और उस तक आक्सीजन की पहुंच को रोक देती है। आप जानते ही हैं, आक्सीजन के बिना कोई चीज जल ही नहीं सकती।

बर्फ का धुआं

बाहर रखी बर्फ की सिल्ली में से घने धुएं जैसा कुछ निकलता है। असल में यह धुआं कोई गैस नहीं बल्कि वाष्प है जो बर्फ की ठंड के कारण उसके आसपास जम जाती है। जब बर्फ के आसपास की हवा ज्यादा ठंडी हो जाती है तो उसमें से थोड़ी वाष्प पानी की बूंदों में बदल जाती है। जमी हुई वाष्प हवा के झोंके में धुएं की तरह लगती है।

कोस्टर भी साथ में

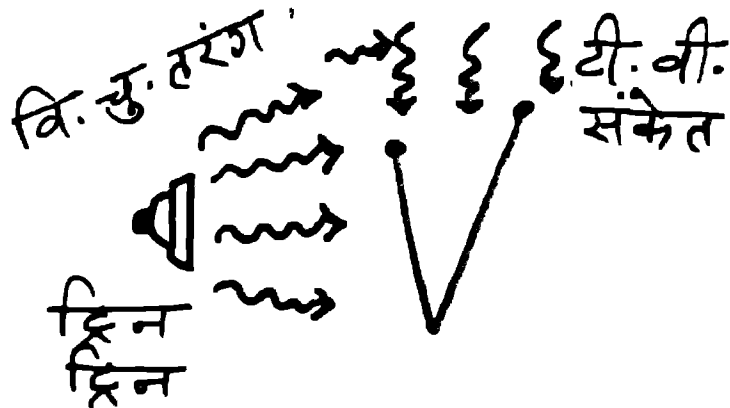
निम्न बातें ध्यान देने योग्य हैं :

(क) पहली बात तो यह कि पेय से भरे गिलास को आप अपने हाथ से पकड़ते हैं। इसलिए गिलास का भार संतुलित है। इसका कोस्टर के चिपकने से कोई संबंध नहीं है।

(ख़) गिलास के पेंदे और कोस्टर की ऊपरी सतह के बीच पानी की पतली परत

उस क्षेत्र से सारी हवा निकाल देती है। कोस्टर पर पड़ रहा दाब केवल पानी की इस परत की वजह से है। गिलास के साथ-साथ कोस्टर उठने के लिए यह जरूरी है कि इस पानी की परत और कोस्टर का मिलाकर भार, कोस्टर पर नीचे से लग रहे वायुमंडल के दबाव से कम हो। इसीलिए भारी कोस्टर गिलास के साथ-साथ नहीं उठते।

(ग) यह जरूरी है कि कोस्टर की ऊपरी सतह काफी चिकनी हो ताकि उसमें हवा के बुलबुले न फंसें।

दरवाजे की घंटी और टेलीविजन स्क्रीन

जब कभी आप दरवाजे की घंटी का स्विच दबाते हैं तो घंटी में से विद्युत का प्रवाह होता है। बिजली के इस करंट के बहने से विद्युत चुम्बकीय तरंगें बहती हैं (इन तरंगों की भविष्यवाणी जेम्स क्लर्क मैक्सवेल ने उन्नीसवीं शताब्दी में की थी। ये तरंगें ब्रह्मांड के शून्य में प्रकाश की गति से बहती हैं। दरअसल प्रकाश भी एक तरह की विद्युत-चुम्बकीय तरंग ही है।) ये तरंगें सामान्य टी.वी. संकेत (जो खुद एक विद्युत-चुम्बकीय तरंग है) के साथ टकराकर उसमें बाधा उत्पन्न करती हैं। इसलिए अगली बार जब कभी आप टी. वी. स्क्रीन पर ऐसा विघ्न या बाधा देखें तो मैक्सवेल और उनके समीकरणों को जरूर याद करें।

ट्रैक्टर धंसा कि भैंस

इसका जवाव भार और दबाव के बीच के अंतर में छिपा है। वैसे तो ट्रैक्टर किसान और उसके बैलों से कहीं अधिक भारी है, परंतु उसका भार काफी बड़े क्षेत्रफल पर फैला है। इस कारण टैक्टर की निचली सतह का प्रति वर्ग सेंटीमीटर पर पड़ रहा भार (दबाव) काफी

कम है। दूसरी ओर किसान और बैलों का भार उनके पैरों के छोटे से क्षेत्रफल पर पड़ने के कारण, दबाव बहुत अधिक हो जाता है। कोई वस्तु जमीन में केवल भारी होने के कारण ही नहीं धंसती। वह तब धंसती है जब दबाव (प्रति इकाई क्षेत्रफल पर पड़ रहा बल) ज्यादा हो जाता है।

बोतल गिराना

किसी बस या ट्रेन से कूदते समय गाड़ी के चलने की दिशा में कूदना ही सुरक्षा की दृष्टि से अच्छा है। इसलिए आप सोचते होंगे कि बोतल को आगे की ओर ही फेंकना अच्छा रहेगा। आपका यह सोचना गलत है। बोतल को पीछे की ओर ही फेंकना चाहिए, तब बोतल की रफ्तार बस या ट्रेन की गति के विपरीत होगी और इस कारण बोतल जमीन पर हल्के धक्के के साथ टकरायेगी। अगर आप बोतल को बस या ट्रेन के चलने वाली दिशा में फेंकेंगे तो बोतल की रफ्तार ट्रेन, बस की रफ्तार में जुड़ जायेगी और वह जोरदार धक्के के साथ जमीन से टकरायेगी।

फिर हमारा बस या ट्रेन के चलने की दिशा में ही कूदना क्यों ज्यादा अच्छा है? इसका कारण है कि हम जमीन पर सीधे गिरने और चोट लगने से बचते हैं।

पानी के नीचे तैरना

जब हम पानी के नीचे तैरते हैं तो पानी की एक परत हमारी आंखों को ढंके रहती है। पानी का अपवर्तनांक (रिफ्रेक्टिव इंडेक्स) हमारी आंख के लेंस के पदार्थ के समान ही होता है। इसलिए पानी के भीतर हमारी आंखों में जो प्रकाश घुसता है उसमें कोई खास अपवर्तन नहीं होता। इस कारण आंख के परदे पर कोई भी स्पष्ट प्रतिबिंब नहीं बनता और हम साफ नहीं देख पाते। परंतु अगर हम चश्मा पहनकर तैरें तो एक पतली हवा की तह पानी और हमारी आंखों के बीच फंस जाती है। हवा का अपवर्तनांक हमारी आंख के लेंस के पदार्थ से कहीं अलग है। इस कारण प्रकाश की किरणें आंख में प्रवेश करते समय मुड़ जाती हैं और हम चीजों को अधिक स्पष्ट देख सकते हैं।

चुंधिया देने वाली रोशनी

मनुष्य की आंख के पर्दे पर दो प्रकार की कोशिकाएं होती हैं जो प्रकाश के प्रति संवेदनशील

होती हैं। ये 'छड़ कोशिकाएं' और 'शंकु कोशिकाएं' कहलाती हैं। छड़ कोशिकाएं हल्की रोशनी में और रात के समय देखने के काम आती हैं परंतु इनसे अलग-अलग रंग नहीं देखे जा सकते। परंतु शंकु कोशिकाएं तेज रोशनी और रंग दोनों देखने के काम आती हैं। जब रोशनी आंख के पर्दे अर्थात रैटिना पर पड़ती है तो प्रकाश की ऊर्जा प्रकाश-संवेदी कोशिका के एक रंग द्रव्य (एक तरह का प्रोटीन 'रोडोप्सिन') द्वारा सोख ली जाती है। इससे एक फोटो रासायनिक पदार्थ बनता है जो हमारे मस्तिष्क को खबर पहुंचाता है। देखने का चक्र तब पूरा होता है जब प्रकाश संवेदी रंग द्रव्य दुबारा पैदा होता है। हम अपनी पलकों को झपककर आंखों पर पड़ने वाली रोशनी को कम-ज्यादा कर सकते हैं। इससे हम आंखों के पर्दे पर पड़ने वाले प्रकाश को नियंत्रित कर सकते हैं। इससे प्रकाश सोखने और पुनः पैदा होने वाले रंग द्रव्य में एक संतुलन बना रहता है। अगर रोशनी अचानक तेज हो जाती है तो यह संतुलन कुछ देर के लिए बिगड़ जाता है। इसीलिए जब तक नया संतुलन नहीं बन जाता तब तक कुछ दिखायी नहीं देता। अगर आंखों पर पड़ने वाली रोशनी बहुत तेज है तो हमें अपनी आंखें ही बंद करनी पड़ती हैं।

टी. वी. के साथ गुनगुनाना

जब कोई व्यक्ति किसी खास सुर में गुनगुनाता है, तो उसके नेत्रगोलक भी उसी तेजी के साथ कांपने लगते हैं। यह कैसे होता है? इसका विस्तृत उल्लेख पहली बार डब्लू. ए. एच. रशटन (फिजियोलॉजिकल लेबोरेटरी, केम्ब्रिज विश्वविद्यालय) ने प्रसिद्ध विज्ञान पत्रिका 'नेचर' में किया (नेचर, खंड 216, पृष्ठ 1173–1175)। उन्होंने गुनगुनाने के दिमाग पर हो रहे प्रभाव को शरीर-विज्ञान के आधार पर समझाया। उन्होंने इस प्रभाव को समझने के लिए कई प्रयोग भी सुझाए।

जब कोई इलेक्ट्रॉनिक किरण बार-बार, बायें से दायें, टेलीविजन के पर्दे को उत्तेजित करती है, तभी हम चित्र देख पाते हैं। यह इलेक्ट्रॉनिक किरण इतनी तेजी से ऊपर से नीचे तक पर्दे पर आती है कि हमें आंखों के सामने लगातार एक तस्वीर दिखाई देती है। अगर दर्शक उसी तेजी के साथ गुनगुनाता है तो उसकी आंखें भी उसी तेजी के साथ खुलती और बंद होती हैं और उसकी आंखों के पर्दे रैटिना पर टी. वी. का बिंब लगातार बनता रहता है। दूसरे शब्दों में उसकी आंखों के पर्दे पर टी. वी. का चित्र एकदम टिक जाता है। अगर वह थोड़ा हल्का या तेज गुनगुनाता है तो उसे प्रतिबिंब थोड़ा ऊपर-नीचे होता लगेगा। यह प्रभाव केवल वही लोग महसूस कर सकते हैं जो गुनगुना रहे हों।

चाकलेट का चक्कर

पिघली चाकलेट के कम सतही तनाव, उसकी चिपकने की प्रवृत्ति और लसलसेपन के कारण ही उसकी कुंडली बनती है। पहले दो कारणों की वजह से वह अलग-अलग बूंदों में बंटे बगैर लगातार एक धार में बहती है। अपने लसलसेपन के कारण प्लेट में गिरने के बाद भी वह फैलती नहीं। इसी कारण शुरू की गिरी चाकलेट एक ढेर बना लेती है और इस ढेर का आकार थोड़ी देर के लिए बना रहता है। इसके बाद चाकलेट की धार से एक के ऊपर एक अलग-अलग परतें बनती हैं। एक बड़े ढेर में मिलने से पहले ये परतें भी कुछ देर के लिए अपना आकार बनाए रखती हैं। एक के ऊपर एक अलग-अलग परतें ही चाकलेट की कुंडली का कारण हैं। शैंपू में भी यही होता है।

झूले का मजा

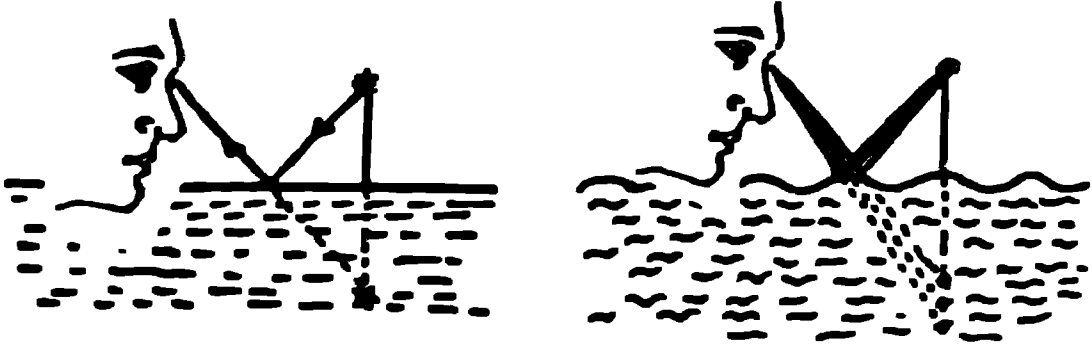
जब आप एक सपाट स्टूल पर बैठते हैं तो आपका सारा भार एक छोटे से क्षेत्रफल पर पड़ता है। कुर्सी की अवतल सीट आपके वजन को कुछ बड़े क्षेत्रफल में फैला देती है। दूसरे शब्दों में इकाई क्षेत्रफल पर दबाव कम पड़ता है। जब हम गुदगुदे बिस्तर पर लेटते हैं तो हमारे शरीर के सभी ऊंचे-नीचे हिस्से गद्दे में धंसते हैं। इससे हमारे शरीर का भार बराबर बंट जाता है और पूरे क्षेत्र पर दबाव कम पड़ता है। इसीलिए जालीदार पालनेनुमा झूले (हैमक) या नरम बिस्तर पर लेटने में हमें आराम मिलता है।

जहाज पर खेल

अगर जहाज सीधी रेखा में एक ही गति से चल रहा है तो दोनों में से किसी खिलाड़ी को भी कोई लाभ नहीं होगा। आपको शायद ऐसा लगे कि अगले भाग के निकट खड़ा दोस्त गेंद फेंकने के बाद उससे पीछे हटेगा जबकि दूसरा उसे पकड़ने के लिए आगे बढ़ेगा। थोड़ा सोचने पर आप इसे सही नहीं पायेंगे। गेंद और दोनों खिलाड़ी जहाज पर सवार हैं, इसलिए उनकी गति भी जहाज की गति के बराबर है। यह गति जड़त्व गति कहलाती है। इसलिए जब तक जहाज स्थायी गति से सीधी रेखा में चल रहा है तब तक किसी भी एक खिलाड़ी को दूसरे के मुकाबले कोई लाभ नहीं होगा।

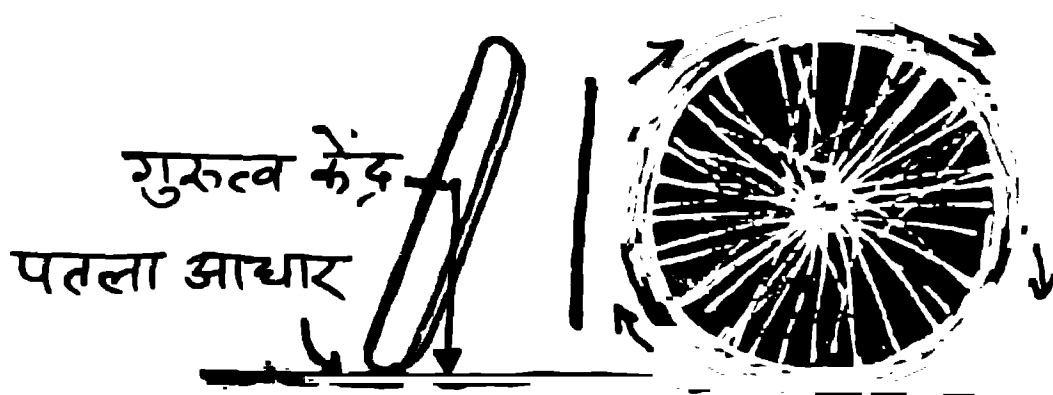
दरअसल, जहाज पर सवार सभी लोगों को ऐसा आभास होगा जैसे जहाज रुका हो और समुद्र तथा उसका किनारा उल्टी दिशा में चल रहे हों। रुके रहने और समान गति

के बीच फर्क करना मुश्किल होता है। समान गति पूर्णतः सापेक्ष है। आप विश्वास करें चाहें न करें परंतु यही सापेक्षता के प्रसिद्ध सिद्धांत का आधार है।

लंबा और टूटा हुआ

जब किसी तालाब या झील की सतह शांत होती है तब वह एक सीधे दर्पण का काम करती है। प्रकाश के परावर्तन नियम के अनुसार दूसरे किनारे के किसी स्रोत से प्रकाश की किरण पानी की सतह से परावर्तित होकर हमारी आंखों में आती है। इस कारण हम प्रकाश के स्रोत का स्पष्ट प्रतिबिंब देख पाते हैं। परंतु जब हवा के बहने से पानी की सतह पर लहरें उठती हैं तब लहरों पर कई बिंदुओं से एक साथ प्रकाश परावर्तित होकर हमारी आंखों में आता है। इस कारण हमें कई प्रतिबिंब एक साथ दिखाई देते हैं। जैसे-जैसे लहरें बहती हैं, ये बिंदु भी बदलते रहते हैं और इनके प्रतिबिंब भी बदलते रहते हैं।

बूट पालिश

पालिश करना रोजाना का एक ऐसा आम काम है कि हम कभी भी उसके बारे में ज्यादा नहीं सोचते। वैसे इस सवाल का जवाब एकदम सरल नहीं है। चमड़े की सतह ऊबड़-खाबड़ होती है और उसके ऊपर छोटे-छोटे बाल भी होते हैं। चमड़े पर गड्ढों का माप इतना छोटा होता है कि उसकी तुलना प्रकाश की तरंग लंबाई से की जा सकती है। इसलिए प्रकाश उन्हें 'देख' सकता है और उनसे अलग-अलग दिशाओं में छिटक जाता है। इस कारण चमड़े की सादा सतह अनाकर्षक लगती है। पालिश और ब्रुश से सतह का ऊबड़-खाबड़पन खत्म हो जाता है और प्रकाश सपाट सतह पर पड़ता है। परावर्तन के नियमों के कारण चमड़े की चिकनी सतह अब दर्पण जैसी दिखने लगती है।

चलते जाओ

इस समस्या का उत्तर उस तकनीकी सिद्धांत में है जिसके अनुसार किसी वस्तु का कोणीय आवेग अपरिवर्तित रहता है। खड़ी हुई साइकिल अस्थिर है क्योंकि उसका आधार (टायर) संकरा है और उसके गुरुत्व का केंद्र जमीन से काफी ऊंचा है। इसलिए थोड़ा सा भी झुकने पर उसके गुरुत्व केंद्र से पड़ी लम्ब आधार (टायर) के बाहर चली जाती है और साइकिल गिर जाती है। जब साइकिल को धक्का दिया जाता है तो उसके पहिये गोल घूमने लगते हैं। घूमते पहिये पर स्थित कणों की प्रवृत्ति स्पर्श-रेखा की सीध में उड़ जाने की होती है। घर्षण के अभाव में दोनों पहिये जड़त्व के नियम के अनुसार धरातल पर वैसे ही घूमते रहेंगे। इसके कारण दोनों पहिये अपने-अपने स्थान पर घूमते रहते हैं। इससे उन्हें स्थायित्व मिलता है और वे जल्दी गिरते नहीं। घर्षण के कारण उनकी रफ्तार कम हो जाती है। तब वे लड़खड़ाते हैं और अंत में गिर जाते हैं।

सुरीली सीटी

सीटी जिस कारण बजती है उसे 'छेद आवाज' (होल टोन) कहा जाता है। जब हवा तेजी से किसी छेद से गुजरती है तो उसमें गोल चक्कर खाती भंवरें बनती हैं जिनसे सीटी की आवाज पैदा होती है।

चाय की केतली की सीटी 'होल टोन' के प्रभाव का एक अच्छा उदाहरण है। ऐसी सीटी में दो छेद होते हैं जिनके बीच थोड़ी सी जगह होती है। जब एक छोर से हवा दूसरे छेद से टकराती है तो हवा की भंवरें बनती हैं जिनसे ध्वनि तरंग बनती है। दूसरे छेद की हवा लाउड-स्पीकर की झिल्ली की तरह कंपन करती है। अधिक जानकारी के लिए आप आर.सी. चनौड द्वारा लिखा लेख अवश्य पढ़ें (साइंटिफिक अमेरिकन, खंड 222, पृष्ठ 40-46)। क्या आपने कभी पानी के नीचे सीटी बजाने की कोशिश की है? क्या यह संभव है?

कागज फाड़ो

कागज सेल्युलोज़ के रेशों का बना होता है। जब आप कागज को फाड़ते हैं तो ये रेशे एक के बाद एक टूटते हैं। इससे कागज में कंपन होने लगता है, जो ध्वनि तरंगों के रूप में हमें सुनाई देता है। जब आप कागज को तेजी से फाड़ते हैं तो आप बहुत सारे रेशे एक साथ तोड़ते हैं, जिससे कंपन की तीव्रता बढ़ जाती है और तेज आवाज सुनायी पड़ती है।

उफ! कितनी ठंड है

ऊंचाई पर तापमान दो कारणों से कम होता है : (क) यद्यपि हवा सूर्य की तमाम खतरनाक किरणें (अल्ट्रा वायलेट, एक्स-रे आदि) सोख लेती है, परंतु वह सूर्य की गर्मी को अधिक नहीं सोखती। पृथ्वी की सतह (और हमारी चमड़ी) ही सूर्य की गर्मी सोखती है अैर संवाहन से आसपास की हवा को गर्म करती है। (ख) ऊंचाई के साथ-साथ हवा का घनत्व और दबाव दोनों कम होते हैं। इसके परिणामस्वरूप जमीन से सटी हवा गर्म होने के बाद फैलती है और ऊपर उठते-उठते ठंडी होती जाती है। यह गर्म हवा जमीन से बहुत ऊपर नहीं उठ पाती, और धरती तथा ऊपर की ठंडी हवा की परतों के बीच ठहर जाती है।

धुंधला दर्पण

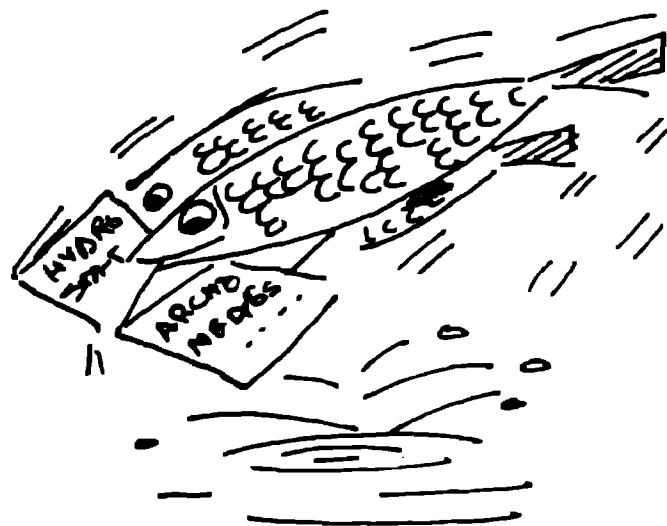
इसका उत्तर काफी सरल है। तेज बारिश के दौरान आपने दर्पण पर (या अपनी कार की विंड स्क्रीन पर अंदर की ओर) थोड़ा सा साबुन या डिटर्जेंट लगा दें। इसकी जगह पर आप आलू का टुकड़ा भी घिस सकते हैं। अब असल में होता क्या है? इस सबका संबंध सतह के तनाव और संपर्क के कोण से है (यह वह कोण है जो द्रव की बूंद उस सतह से बनाती है जिस पर वह स्थित होती है)। आपके स्नानघर का दर्पण चाहे आपकी राय में साफ हो, पर असल में वह काफी गंदा है। इसी कारण, उस पर जमी हुई भाप फैल कर उसे गीला नहीं कर पाती। इसलिए भाप दर्पण पर छोटी-छोटी बूंदों के रूप में जमा हो जाती है। दूसरे शब्दों में गंदगी के कारण दर्पण और पानी के बीच का संपर्क कोण बढ़ जाता है। आप चाहे कितनी भी कोशिश क्यों न कर लें फिर भी आप गंदगी नहीं साफ कर पायेंगे क्योंकि गंदगी के थोड़े से कण भी संपर्क कोण को बदल देंगे। आप चाहें तो किसी तरल की पतली तह से इस कोण को कम कर सकते हैं। साबुन का पानी और आलू का रस यह जादुई

काम कर सकता है। बिना उनके छोटी-छोटी बूंदें प्रकाश की किरणों को अलग-अलग दिशाओं में बिखेर देती हैं। इस बेतरतीब बिखराव के कारण ही दर्पण धुंधला लगता है।

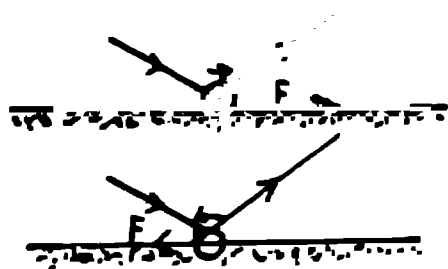
सिक्के को लुढ़काइये

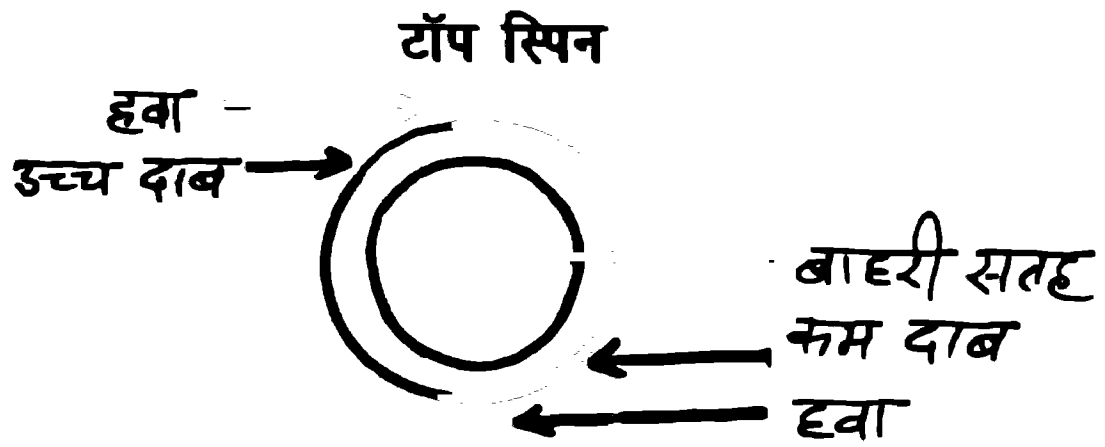
जब हम किसी सिक्के को उसके किनारे के सहारे मेज पर खड़ा करते हैं तो वह अस्थिर होता है और गिर जाता है। वह बहुत कम क्षेत्रफल पर टिका होता है और एक ओर थोड़े से झुकाव से भी उसके गुरुत्व क़े केंद्र के गुजरती लम्ब रेखा आधार के बाहर चली जाती है। यह लगभग तनी हुई रस्सी पर चलने जैसा है।

जब हम सिक्के को धक्का देते हैं, तो वह लुढ़कता है और उसमें केंद्र से गुजरते अक्ष पर, जो कि मेज के लम्बवत है, एक कोणीय गति आ जाती है। जैसे रेखीय गति में जड़त्व होता है। वैसे ही गोल गति में भी जड़त्व होता है, अगर कोई भी बाहरी बल सिक्के के लुढ़कने में बाधा न बने तो सिक्का हमेशा के लिए लुढ़कता रहेगा (इसे तकनीकी भाषा में कोणीय संवेग का संरक्षण कहते हैं)। लेकिन वास्तव में सिक्के और मेज के बीच कुछ घर्षण होता है, जिसके कारण सिक्का धीमा होकर अंत में गिर जाता है। परंतु गिरने से पहले सिक्का बायीं या दायीं ओर मुड़ता है। यह एक मजेदार बात है। सिक्का बायें मुड़ेगा या दायें इस बारे में कुछ भी निश्चित रूप से नहीं कहा जा सकता है, जबकि गति के नियमों के अनुसार इस बारे में भविष्यवाणी करना संभव होना चाहिए था। इसमें ऐसी तमाम बातें शामिल हैं जिनके बारे में न तो हम कुछ जानते हैं और न ही वे हमारे नियंत्रण में हैं—जैसे सिक्के के आकार में कुछ दोष, मेज की सतह का टेढ़ापन, हवा के बहाव में बदलाव, मेज पर अचानक कंपन, आदि। इन सब परिस्थितियों को दृष्टि में रखते हुए उन पर एक साथ काबू पा सकना लगभग असंभव है। इससे एक सीख मिलती है : सैद्धांतिक रूप से शायद कोई भविष्यवाणी करना संभव हो लेकिन यह जरूरी नहीं कि वह व्यवहार में भी संभव हो।

3

रमन और बिलियर्ड गेंद की समस्या

इसका उत्तर काफी आश्चर्यजनक है—यह उलटी दिशा है यानी वही दिशा जिससे स्ट्राइकर गेंद आती है। इसका कारण है कि स्ट्राइकर गेंद अपने आसपास की हवा को लपेटती हुई जाती है। जब वह लक्ष्य गेंद (टारगेट बाल) से टकराती है तो क्षण भर के लिए रुकती है। इससे गेंद के एकदम पीछे की हवा एकाएक दब जाती है जिससे प्रघाती तरंगें (शॉक वेव्स) पैदा होती हैं।

क्रिकेट-विकेट

जब कोई गेंदबाज बालिंग करता है तब वह आमतौर पर गेंद को स्पिन करता है। कोई भी ऐसी गेंद जिसकी स्पिन धुरी उसके खड़े तल, जिसमें वह चलती है, के लम्बवत हो तो जब वह जमीन पर टप्पा खाती है, तब जमीन और गेंद के बीच कुछ घर्षण पैदा होता है। चिकनी जमीन पर यह घर्षण बल गेंद की घूमती गतिज ऊर्जा के कुछ अंश को स्थानांतरीय गति में बदल देता है। इसी वजह से टप्पा खाने के बाद गेंद अधिक तेजी से, परंतु कम स्पिन के साथ आगे जाती है। जैसा कि चित्र में दिखाया गया है, चाहे गेंद घड़ी की दिशा में घूमे अथवा उसके विपरीत, दोनों ही अवस्थाओं में घर्षण का बल स्पिन को घटाता है।

टॉप स्पिन

इस बारे में महत्वपूर्ण बात यह है कि जब गेंद 'स्पिन' करती है तो वह अपने साथ हवा की एक पतली परत (सीमा परत) लपेट लेती है। यह परत गेंद से चिपकी रहती है। इससे गेंद के ऊपरी और निचले भाग में हवा के वेग के बीच अंतर पैदा हो जाता है। इस कारण दाब में भी अंतर आ जाता है (बरनौली की प्रमेय)। गेंद को गिराने के लिए उसके ऊपरी हिस्से पर अधिक दाब और हवा का अपेक्षाकृत वेग पैदा करना जरूरी होता है। ऐसा करना संभव है अगर गेंद को उसकी चाल की दिशा में आगे को स्पिन कराया जाये। यह जल गति की (हायड्रोडायनामिक्स) में मैग्नस प्रभाव का एक उदाहरण है।

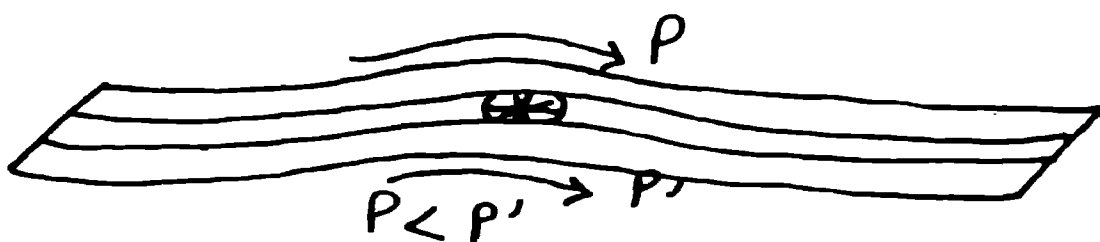
पीछा करती गेंद

यद्यपि क्यू गेंद की गति ऊर्जा दूसरी गेंद को मिल जाती है, परंतु उसकी घूर्ण गति ऊर्जा उसी पर रह जाती है। इसलिए वह टक्कर खाने के बाद भी घूमती रहती है। वह थोड़ी देर तो फिसलती है परंतु अंत में अपने और मेज के बीच घर्षण के कारण आगे को लुढ़क जाती है। इसलिए अगर हम घर्षण के प्रभाव की ओर ध्यान न दें तो इसमें ऊर्जा बनी रहती है।

4

धुएं का भंवर

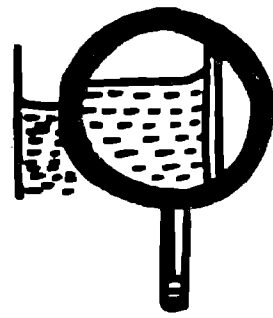
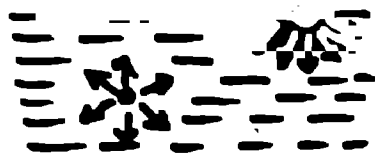
जलती हुई सिगरेट से निकलता धुआं पहले धीरे उठता है और परतों के रूप में बहता है। परंतु आसपास की ठंडी हवा के उछाल के कारण धुएं का बहाव तेज हो जाता है। इसलिए कुछ सेंटीमीटर ऊपर उठने के बाद धुएं में बिखराव आ जाता है और उसमें भंवर पड़ जाते हैं।

फड़फड़ाता झंडा

ऐसे झंडे की कल्पना कीजिए जो तेज हवा में एकदम सपाट और पूरी तरह फैला हुआ हो। मान लीजिए कि अब झंडे के छोटे से हिस्से के हिलने से उसमें एक छोटी सी लहर पैदा हो जाये। अब झंडे से गुजरने वाली हवा की धार को इस लहर को पार करने के लिए अपनी गति तेज करनी पड़ेगी। अधिक तेजी से बहने वाली हवा में कम दाब होगा (बरनौली का सिद्धांत)। इससे लहर के पास झंडे के दोनों ओर हवा के दबाव में अंतर हो जाता है। झंडे में ऐसा जगह-जगह पर होता है। दाब में इसी अंतर के कारण बहती हवा में झंडा फड़फड़ाने लगता है।

अजीब गुब्बारे

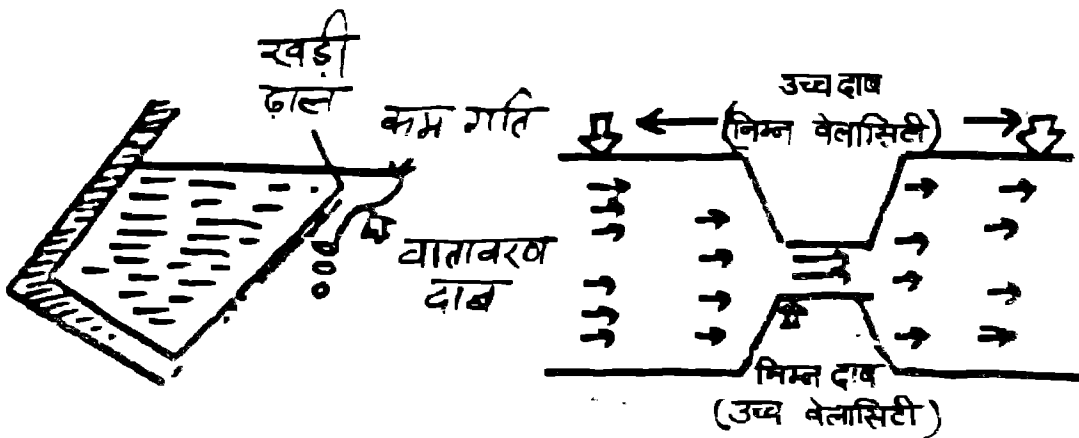
इसका जवाब 'आर्कीमिडीज के सिद्धांत' और 'झूठे बलों' में छिपा है। हीलियम से भरे गुब्बारे

के ऊपर एक उछाल बल लगता है। आर्कीमिडीज के सिद्धांत के अनुसार यह बल गुब्बारे द्वारा हटाई गयी हवा के भार के बराबर होता है। चूंकि हीलियम हवा से हल्की होती है इसलिए यह बल गुब्बारे के वजन से अधिक होता है। इसीलिए गुब्बारा गुरुत्व के प्रभाव के बावजूद तैरता और ऊपर को उठता है। कार के तेजी से आगे बढ़ने के कारण और उसमें रखे भारी पिंडों के जड़त्व के कारण उन पर पीछे की ओर एक बल लगता है। जब कार में ब्रेक लगाया जाता है तब गतिज जड़त्व के कारण आगे को एक बल पैदा होता है। इस प्रकार के शुद्ध जड़त्व बल (झूठे बल) कहलाते हैं ताकि उनको 'आरोपित बल' से अलग पहचाना जा सके। 'आरोपित बलों' के विपरीत 'झूठे बल' अन्य पिंडों की निकटता से उत्पन्न नहीं होते और दूरी के साथ कम भी नहीं होते। कार के अंदर पैदा हुए आगे और पीछे के ये समतल 'झूठे बल' गुरुत्वाकर्षण की तरह ही काम करते हैं। हीलियम से भरे गुब्बारे आर्कीमिडीज के सिद्धांत के अनुसार इन बलों के विपरीत उछलते हैं।

उलटे गुरुत्व का प्रभुत्व

केशिका नली में ऊर्जा का स्रोत 'सतही तनाव' कहलाता है। यह वह ऊर्जा है जो किसी भी द्रव की सतह के प्रति इकाई क्षेत्रफल में स्थित रहती है। द्रव के आसपास के अणु एक दूसरे को आकर्षित करते हैं। द्रव के अंदर कोई भी अणु सभी ओर से, अपने जैसे ही अन्य अणुओं से घिरा रहता है। इसीलिए सभी दिशाओं में वह एक जैसे बल द्वारा खिंचता है। अब ज़रा सतह पर स्थित अणुओं के बारे में सोचिए। उनके ऊपरी हिस्से में तो उन जैसे अणु नहीं होते। इस वजह से उन पर नीचे के अणुओं द्वारा खिंचाव असंतुलित रहता है। सतह के अणुओं पर नीचे की ओर लगने वाला कुल बल ही 'पृष्ठ तनाव' या 'सतह का तनाव' कहलाता है। अगर आप द्रव की सतह पर से कोई अणु हटाना चाहें तो आपको इस सतह के तनाव के विपरीत कुछ ऊर्जा खर्च करनी पड़ेगी। यह तनाव ही द्रव की सतह की एक तनी हुई लचीली झिल्ली की तरह व्यवहार करने और उसे जितना भी संभव हो सिकुड़ने के लिए मजबूर करता है। इसीलिए गुरुत्व की अनुपस्थिति में द्रव हमेशा ही गोल आकार ग्रहण कर लेता है क्योंकि एक निश्चित आयतन के लिए गोले का ही सतह क्षेत्रफल सबसे कम होता है। इसीलिए पानी की थोड़ी सी मात्रा हमेशा गोल बूंद में बदल जाती

है। अतः जब भी पानी कांच की दीवार के संपर्क में आता है तो वह एक निश्चित 'संपर्क कोण' बनाता है और उसकी सतह ऊपर को फूल जाती है। दूसरी ओर पारा, जो कांच को गीला नहीं करता, जहां भी कांच के संपर्क में आता है वहां उसकी सतह नीचे की ओर दब जाती है। जब कोई केशिका नली पानी में डुबायी जाती है तो नली का छेद बहुत संकरा होने के कारण,उसके अंदर पानी और कांच के संपर्क कोण को बनाये नहीं रखा जा सकता है। इस कारण पृष्ठ तनाव पानी को नली में तब तक ऊपर धकेलता है जब तक गुरुत्वाकर्षण बल उसे संतुलित नहीं कर देता।

लोटे से लौटना

आप यकीन करें या न करें, परंतु बर्तन के किनारे से चिपकते और बहने वाले द्रव में वायुमंडल के दाब और बरनौली के सिद्धांत का हाथ है। वास्तव में बरनौली का सिद्धांत सभी द्रवों के बहने पर लागू होता है। उसके अनुसार जब कोई द्रव (जो दबे नहीं) तेजी से बहता है तब उसका दाब घट जाता है, और बहाव धीमा होने पर दाब बढ़ जाता है। यह उस तथ्य का परिणाम है जिसके अनुसार न तो ऊर्जा पैदा की जा सकती है और न ही नष्ट की जा सकती है (जग प्रसिद्ध ऊर्जा संरक्षण का नियम)। अब फिल्म के खत्म होने पर सिनेमा हाल में खड़ी भीड़ की कल्पना कीजिए। अगर आप सिनेमा हाल में है तो आपको ऐसा लगता है जैसे हरेक आदमी आपको दबा रहा है और आप धीरे-धीरे निकास द्वार की ओर बढ़ रहे हैं। दरवाजे के पास पहुंचने पर आप तेजी से बढ़ने लगते हैं और आप पर पड़ने वाला दबाव कम हो जाता है। यह दबाव आपके इर्द-गिर्द के लोगों के धक्कों से पैदा होता है। जब हर कोई आगे बढ़ता है तो यह दाब कम हो जाता है। द्रव के अणुओं पर भी यही बात लागू होती है। जब वे धीरे-धीरे आगे बढ़ते हैं तो एक-दूसरे को धक्का देते हैं और बर्तन की दीवारों से टकराते हैं जिससे दाब पैदा होता है। जब वे नली के संकरे

भाग से गुजरते हैं तब उन्हें तेजी से चलना पड़ता है। चूंकि द्रव दबता नहीं, इसलिए समान मात्रा को, समान समय में, कम स्थान में से निकलने के लिए तेजी से चलना पड़ता है। इसी कारण दाब गिर जाता है।

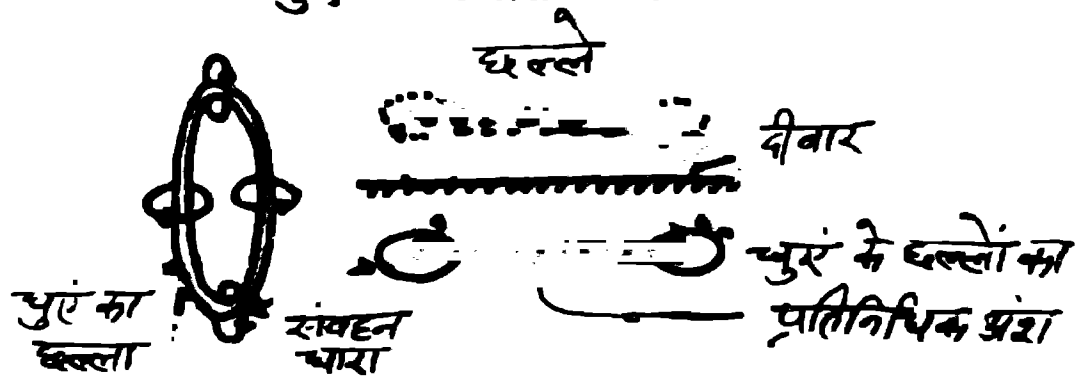
जब आप पतली दीवार के बर्तन में से द्रव को उड़ेलते हैं, तब द्रव की निचली परत, ऊपरी परत की तुलना में बर्तन के किनारे पर अधिक तेजी से मुड़ती है। बरनौली के सिद्धांत के अनुसार धार की चौड़ाई में दाब कम हो जाता है और हवा का दाब धार को बर्तन की दीवार के साथ दबाता है।

अगर आप बर्तन को घुमा कर द्रव को झट से उड़ेलते हैं तब धार भी तेजी से आगे को बढ़ती है क्योंकि धार की चौड़ाई के दाब में कोई खास कमी नहीं आती और द्रव बर्तन से नहीं चिपकता।

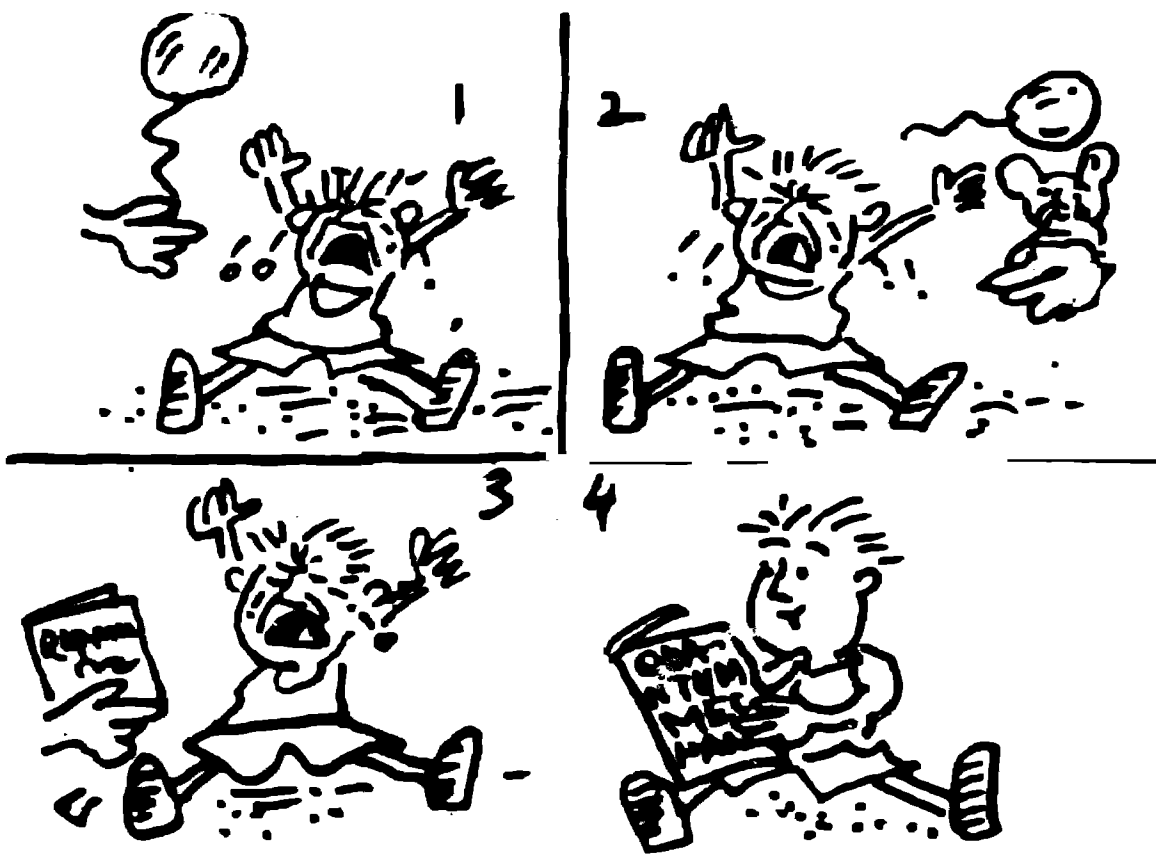
द्रव के इस चिपकने से बचने के लिए कोल्ड ड्रिंक की बोतलों में आमतौर से मुंह के किनारे को मोटा कर दिया जाता है। इससे बहते द्रव की निचली और ऊपरी परतों के बीच गोलाई का अंतर दूर हो जाता है। इसलिए इसका दाब कम नहीं होता। दूध और चाय के बर्तनों में टोंटी होती है, जिससे धार बिना बर्तन से चिपके सीधे नीचे की ओर गिरती है। इन डिजाइनों के पीछे यही अच्छी बात है।

पतली होती धार

गिरती हुई पानी की धार पर ऐसा कोई बल नहीं लगता जो उसे दबाये या संकरा बनाये। इसमें भी वही द्रव के संरक्षण का सिद्धांत लागू होता है। चूंकि पानी दबता नहीं, इसलिए धार की कटान में प्रति सेकेंड एक समान मात्रा या एक समान आयतन में पानी को गुजरना होता है। जैसे-जैसे पानी की धार नीचे गिरती है उसकी गति तेज होती जाती है। इसलिए धार के निचले कटानों में प्रति सेकेंड गुजरने वाले पानी की मात्रा तब तक बढ़ती जाती है जब तक धार की कटान का क्षेत्रफल घट नहीं जाता। दूसरे शब्दों में आप यह भी कह सकते हैं कि गुरुत्वाकर्षण बल के खिंचाव के कारण ही पानी की धार पतली हो जाती है।

धुएं के फैलते छल्ले

पहले हम यह समझेंगे कि धुएं के छल्ले दीवार से दूर होने पर स्थिर क्यों होते हैं। गर्म धुएं का छल्ला (खड़े तल में) अपने आसपास की हवा में संवहन-धाराएं पैदा कर देता है।

ये धाराएं छल्ले को चित्र में दिखाए अनुसार घेर लेती हैं। संवहन धाराएं अब छल्ले के चारों ओर बहती हैं। इसकी कोई विशेष निश्चित दिशा नहीं है। इसलिए छल्ला हरेक दिशा में समान रूप से धकेला और खींचा जाता है। मिलजुल कर इस खींच-तान का कुल प्रभाव शून्य हो जाता है और छल्ला स्थिर हो जाता है। परंतु जैसे-जैसे वह दीवार के निकट आता है वैसे-वैसे संवहन धाराएं दीवार से टकराती हैं। दीवार के संपर्क में रहने वाली हवा की परत हमेशा विश्राम अवस्था में रहती है। दीवार की उपस्थिति संवहन धाराओं को प्रभावित करती है, जो अब छल्ले के इर्द-गिर्द व्यवस्थित रूप से नहीं बह पातीं। दीवार की निकटता छल्ले के इर्द-गिर्द के स्थान की व्यवस्था को बिगाड़ देती है। दीवार की लम्बवत गति का घटक रद्द हो जाता है, जबकि उसके समानांतर वाला घटक तेज हो जाता है। इसके परिणामस्वरूप छल्ला फैल जाता है। इस आम घटना में भी, सममिति (सिमेट्री) और गतिकी (डायनामिक्स) के बीच का नाजुक रिश्ता बहुत मनमोहक है।

5

हथेली के पार, अनोखा संसार

अगर हम किसी वस्तु को अपनी एक आंख बंद करके भी देखें, तो भी हमारी दोनों आंखें उस वस्तु पर स्वतः ही फोकस हो जायेंगी। एक के साथ दूसरी आंख का फोकस होना 'अनुकूलन' (अडैप्टेशन) कहलाता है। इस प्रयोग में आपकी बायीं आंख किसी दूर की वस्तु पर फोकस है। उसका साथ देते हुए, आपकी दायीं आंख बंद होते हुए भी उसी वस्तु पर फोकस हो जाती है। अब आप अपनी दायीं हथेली, दायीं आंख के सामने लाते हैं तो आंख को खोलने पर आपको हथेली धुंधली या अस्पष्ट दिखाई देती है। दूसरे शब्दों में आपकी बायीं आंख दूर की वस्तु को, नली में से साफ देख रही है, जबकि दायीं आंख, दायीं हथेली को स्पष्ट नहीं देख पाती। इससे आपको ऐसा आभास होने लगता है जैसे आप अपनी दायीं हथेली के छेद में से दूर की वस्तु देख रहे हों। इसकी जांच करने के लिए आप इस प्रयोग को दुबारा करें। इस बार आप जानबूझ कर अपनी हथेली को देखने की कोशिश करें। जिस क्षण आप अपनी नजर उस पर केंद्रित करेंगे उसी क्षण आपको हथेली स्पष्ट नजर आने लगेगी और दूर की वस्तु और हथेली का छेद गायब हो जायेंगे।

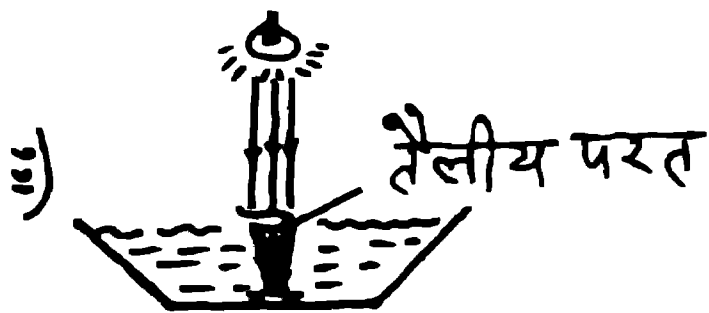
पानी ने रुकने की ठानी

पानी की हमेशा कोशिश यही होगी कि वह गिलास और कड़े कार्ड के बीच से कैसे बाहर निकले। इसे बारीकी से देखने के लिए कार्ड के स्थान पर धातु की पतली प्लेट लें और उसे उलटे गिलास के साथ दबाएं। आपको पानी की एक पतली परत गिलास के किनारे से बाहर निकलती दिखाई देगी। प्लेट पर से दबाव हटाते ही आप देखेंगे कि यह पानी गिलास के अंदर चला जाता है और प्लेट कुछ नीचे खिसक जाती है। इससे गिलास में पानी के ऊपर ही हवा फैलती है और इसका दाब इतना गिर जाता है कि वायुमंडल का दाब कार्ड और उसके ऊपर पानी को संभाल सकता है। यह परखने के लिए कि पानी के ऊपर की हवा वायुमंडल की अपेक्षा कम दबाव डालती है, आप गिलास की तली में

छेद करके उसमें कांच की एक नली इस प्रकार डालें कि उसका एक सिरा पानी के ऊपर की जगह तक पहुंच जाए। अब नली के दूसरे सिरे को अपनी उंगली से बंद कर दें। आप जैसे ही अपनी उंगली हटायेंगे, कार्ड गिर जायेगा।

भागती मिर्च

इसका उत्तर पानी की सतह के तनाव (पृष्ठ तनाव) में निहित है। आप जानते ही हैं कि पानी की सतह एक रबड़ की तनी हुई झिल्ली जैसा बर्ताव करती है। इसी वजह से पानी के कई जीव बिना डूबे तालाब की सतह पर चल-फिर सकते हैं। साबुन से पानी की सतह का तनाव कम हो जाता है। इसलिए जब आप पानी की सतह पर थोड़ा सा डिटर्जेंट साबुन डाल देते हैं तब उस स्थान पर सतह का तनाव कुछ कम हो जाता है। ऐसा करना एक तनी हुई झिल्ली में छेद करने के समान है। इससे झिल्ली सिकुड़ जाती है और अपने साथ मिर्च को भी ले जाती है।

चांदी जैसी परछाई

उंगलियों के सिरों और कीड़ों की टांगों के पास चांदी की चमकीली लकीरें दिखना, पानी की गोल सतह द्वारा प्रकाश के अपवर्तन के कारण होता है। आमतौर पर हमारी उंगलियों के सिरों और कीड़ों की टांगों पर तेल की एक पतली परत होती है। चूंकि पानी और तेल आपस में नहीं मिलते, इसलिए हमारी उंगलियां और कीड़ों की टांगें, पानी की सतह, जो एक तनी झिल्ली का काम करती है (पृष्ठ तनाव) पर गड्ढा बना देती हैं। पानी की यह गोल सतह एक लेंस की तरह काम करने लगती है। इससे आने वाली प्रकाश की किरणें परछाई के साथ-साथ फोकस हो जाती है।

वजन एक-माप अनेक

जब आप आगे की ओर झुकते हैं, तब जो मांसपेशियां आपको ऐसा करने में मदद देती

हैं, वही मांसपेशियां आपके शरीर के निचले भाग को ऊपर खींचती हैं। इसी कारण आपके शरीर का तोलने वाली मशीन पर कम दाब पड़ता है। जब आप अपना हाथ ऊपर उठाते हैं, तब ऐसा करने वाली मांसपेशियां आपके कंधे को नीचे की ओर दबाती हैं जिससे मशीन पर दाब बढ़ जाता है। इससे निश्चित रूप से आपके भार में कोई फर्क नहीं होता। यहां न्यूटन का तीसरा नियम लागू होता है। इस नियम के अनुसार आपके हाथ के एकाएक ऊपर उठने से होने वाले परिवर्तन (वास्तव में उसके संवेग में होने वाले परिवर्तन) को संतुलित करने के लिए नीचे की ओर गति होना जरूरी है।

गुरुत्वाकर्षण को चुनौती

आमतौर पर लोग कहते हैं कि घूमते हुए पानी पर लगा 'अपकेंद्री बल' ही उसे बाहर की ओर फेंकता है। इसी कारण बाल्टी का पेंदा जब ऊपर होता है तब भी पानी बिखरता नहीं है। पर यह सही नहीं है। न्यूटन के पहले नियम के अनुसार, गुरुत्वाकर्षण की अनुपस्थिति में घूमती हुई बाल्टी का पानी जड़त्व के कारण (स्पर्श रेखा के समानांतर) छिटक जायेगा। यदि बाल्टी से बाधा न पड़े तो गुरुत्वाकर्षण बल उसको परावलयिक पथ ए.पी. के समानांतर मोड़ने का प्रयत्न करेगा। इसीलिए पानी सीधे-खड़े रूप में बिल्कुल नहीं गिर सकेगा। वह अपकेंद्री बल, जिसकी चर्चा भौतिकशास्त्री करते हैं, पानी पर नहीं बल्कि बाल्टी के साथ बनी रस्सी पर काम करता है। जो रस्सी आप अपने हाथ में पकड़े हैं, वह बाल्टी को स्पर्श रेखा की सीध में छिटकने से रोकती है। इससे एक तनाव पैदा होता है जो आपके हाथ से संतुलित होता है। इसीलिए आपका हाथ इस बल को अनुभव करता है। असल में यह बल घूमती वस्तु पर नहीं, बल्कि उस बाधा, यानी रस्सी पर काम करता है, जो उसे सीधी रेखा में चलने से रोकती है।

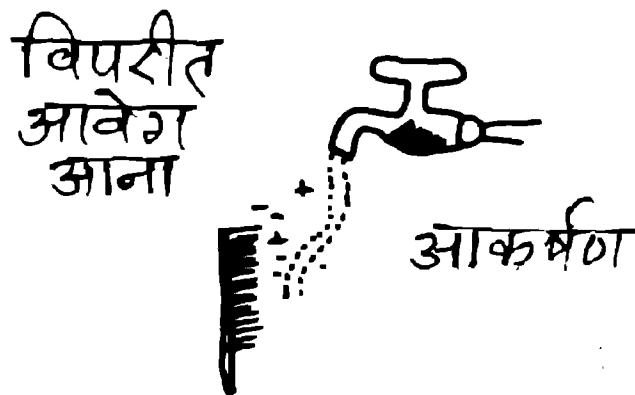
पत्थर को पानी में तोलें

तराजू का संतुलन बना रहता है। इसका यह कारण है : वैसे तो पत्थर का भार हवा की अपेक्षा पानी में कम होना चाहिए, परंतु पत्थर अपने आयतन के बराबर पानी भी हटायेगा। इससे पानी की सतह ऊपर उठ जायेगी। तब पानी, गिलास की तली पर, पत्थर द्वारा हटाये

गये वजन के एकदम बराबर, अतिरिक्त बल भी डालेगा। यह आर्कीमिडीज के प्रसिद्ध सिद्धांत का एक सुंदर उदाहरण है।

विचित्र रबड़-बैंड

रबड़-बैंड को जल्दी से तानना एक ऐसी प्रक्रिया है (एडियाबेटिक) जिसमें आसपास की वस्तुओं के साथ ऊष्मा का कोई संबंध संभव नहीं है। इसलिए रबड़-बैंड को तानने में किये गये कार्य से उसकी आंतरिक ऊर्जा बढ़ती है। इससे रबड़-बैंड का ताप बढ़ जाता है। दूसरी ओर जब कोई गैस तेजी से फैलती है तो गैस को अपने ही परमाणुओं के आकर्षण बल के खिलाफ काम करना पड़ता है। इसके लिए गैस अपने आंतरिक ऊर्जा भंडार में से ही आवश्यक ऊर्जा प्राप्त करती है। इसी वजह से गैस ठंडी हो जाती है।

बालों में कंघा करें

जब आप अपने बालों में कंघा करते हैं या फिर कंघे को फलालेन के टुकड़े से रगड़ते हैं तो कंघे पर हल्का-सा विद्युत-आवेश आ जाता है। इस कंघे को पानी के पास लाने से पानी के परमाणुओं पर एक विपरीत आवेश आ जाता है। इस प्रकार कंघा और पानी दोनों एक दूसरे पर विद्युत-बल डालते हैं। चूंकि आप कंघे को कसकर पकड़ते हैं इसलिए पानी को ही हटकर अपनी दिशा बदलती पड़ती है। इस विद्युतीकरण से पानी की सतह के तनाव में परिवर्तन होता है, जिसके कारण बूंद-बूंद टपकता पानी एक धार में बंध जाता है।

गर्म ऊनी कोट

थर्मामीटर पर माप बिल्कुल वही रहेगा जितना पहले था क्योंकि न तो कोट ने उसे गर्म किया है और न ही खुद थर्मामीटर ने गर्मी पैदा की है। कोट में लिपटा बर्फ का टुकड़ा

लगभग नहीं के बराबर पिघलेगा। इन दोनों प्रभावों से साफ जाहिर है कि कोट ऊष्मा का कुचालक है —वह गर्मी को किसी भी ओर जाने से रोकता है। इसीलिए कोट हमें गर्म रखने में सहायक होता है। हमारा शरीर जो गर्मी पैदा करता है, कोट उस गर्मी को आसपास की हवा में निकल जाने से रोकता है।

कागज का बर्तन

इसका कारण है कि बिना ढंके बर्तन में आप पानी को उसके उबलने तक यानी 100 डिग्री सेंटिग्रेड तक ही गर्म कर सकते हैं। पानी में काफी गर्मी सोखने की क्षमता होती है। पानी उस सारी गर्मी को सोख लेता है जो कागज को जला सकती है। दूसरे शब्दों में, पानी कागज को उस ताप तक गर्म होने से रोकता है जिस पर कागज जल उठे।

उछलने वाली गोटी

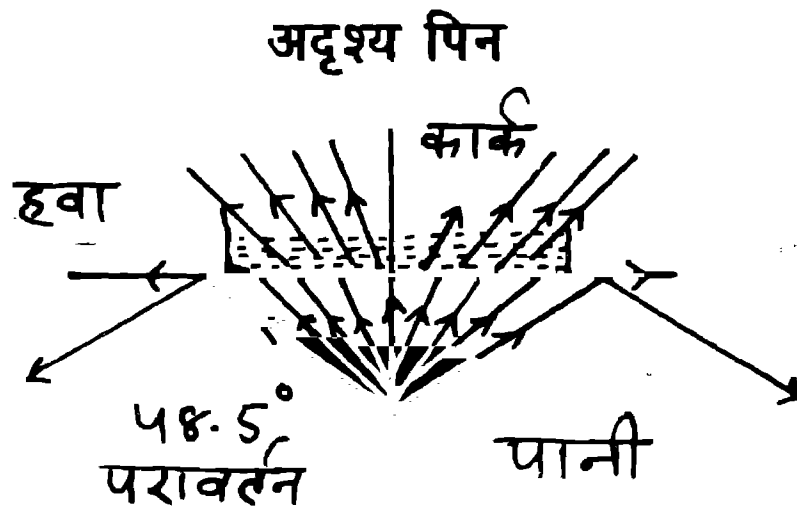
आपने इस बात पर अवश्य गौर किया होगा कि जब एक चलती हुई गेंद, अपने ही जैसी रुकी हुई गेंद से टकराती है, तो चलती हुई गेंद रुक जाती है और दूसरी गेंद उसी वेग से आगे की ओर चल देती है। ये दोनों गेंदों के बीच टक्कर का एक उदाहरण है। यहां टक्कर दो लचीली वस्तुओं के बीच होती है। यह टक्कर बहुत कम समय—सेकिंड के एक अंश मात्र के लिए होती है। परंतु इस कम समय में ही एक पूरी प्रक्रिया हो जाती है। पहले दोनों गेंदें, संपर्क बिंदु पर एक दूसरे को दबाती हैं। गेंदों के दबने से उनके अंदर एक पुनःस्थापन बल पैदा होता है। जब दबाव अधिकतम हो जाता है तब यह आंतरिक बल गेंदों को विपरीत दिशाओं में धकेलना शुरू कर देता है और गेंदें अपना आकार दुबारा प्राप्त कर लेती हैं। ये पुनःस्थापन बल चलती हुई गेंद को रोक लेते हैं और उसके वेग को दूसरी गेंद में स्थानांतरित कर देते हैं। इसे हम इस प्रकार भी कह सकते हैं कि समाघात (टक्कर) पहली से दूसरी गेंद को स्थानांतरित हो जाता है। यह यांत्रिकी के दो मूलभूत नियमों—ऊर्जा के संरक्षण (जिसके अनुसार न तो ऊर्जा पैदा की जा सकती है और न ही नष्ट की जा सकती है) और संवेग (द्रव्यमान x वेग) का उदाहरण है। बिल्कुल यही बात गोटियों और सिक्कों के साथ भी होती है। टक्कर एक सिक्के से दूसरे तक होती हुई आखिरी सिक्के तक स्थानांतरित हो जाती है। चूंकि आखिरी सिक्के के बाद अन्य कोई सिक्का नहीं होता इसलिए वह आगे चल पड़ता है।

ज्यादा भारी कौन?

दोनों गिलासों का वजन एक समान होगा। इसका कारण यह है कि तैरता हुआ लकड़ी का टुकड़ा अपने वजन के बराबर पानी को हटा देता है। वैसे लकड़ी के टुकड़े वाले गिलास में दूसरे गिलास की अपेक्षा कम पानी है, परंतु लकड़ी के टुकड़े का वजन इस कमी को पूरी तरह बराबर कर देता है। यह भी आर्कीमिडीज के सिद्धांत का उदाहरण है।

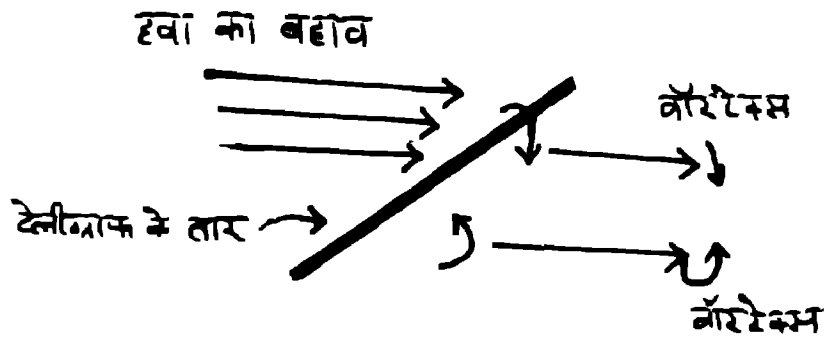
गीला कागज फाड़ना

कागज सेल्यूलोज के रेशों का बना होता है। ये रेशे आपस में चिपके होते हैं। कागज को फाड़ते समय हमें रेशों के आपसी बल से कहीं अधिक बल लगाना पड़ता है। पानी की मौजूदगी में रेशों का आपसी बल (जो स्थिर विद्युत से पैदा होता है) कमजोर पड़ जाता है। नमक (सोडियम क्लोराइड) पानी में इसीलिए घुलता है क्योंकि उसके धन और ऋण आवेश के बीच विद्युत बल कमजोर पड़ जाता है और वह घुल जाता है। कागज के मामले में यह प्रभाव साफ दिखता है, क्योंकि पानी कागज को गीला कर देता है। साथ ही पानी के अणु रेशों के बीच की जगह में बहकर आ जाते हैं और उनके आपसी बल को कमजोर कर देते हैं।

अदृश्य पिन

पिन का गायब हो जाना प्रकाश के 'संपूर्ण आंतरिक परावर्तन' के कारण होता है। प्रकाश के नियमों के अनुसार पानी के भीतर बिंदु (जैसे पिन के सिरे) से आने वाली प्रकाश की किरणें जो पानी और हवा की सतह पर 48.5 अंश के अधिक कोण से टकराती हैं, वह पानी से हवा में नहीं जातीं, बल्कि पानी में ही पूरी तरह से परावर्तित हो जाती हैं। इन

किरणों के लिए पानी की सतह दर्पण की तरह काम करती है। यदि कार्क पिन के सिरे से 2 X 48.5 = 97° डिग्री का कोण बना लेता है तब पिन से कोई प्रकाश किरण हवा में नहीं जा सकती और न ही हमारी आंखों तक पहुंच सकती है। इसीलिए हम पिन को नहीं देख पाते हैं।

6

गुनगुनाते तार

आप शायद यह सोचते होंगे कि टेलीग्राफ के तारों के हवा में कंपन करने से ही गुनगुनाने की आवाज पैदा होती है। इन कंपनों से कुछ आवाज जरूर पैदा होती है, परंतु मुख्य कारण यह नहीं है। जब काफी तेज बहती हुई हवा, टेलीग्राफ के तार से टकराती है, तब हवा का बहाव कुछ गड़बड़ा जाता है। हवा की एक निश्चित तेज गति के बाद टेलीग्राफ के तार के पीछे दो समान भंवरें बन जाती हैं। जब हवा की गति और तेज होती है तब ये भंवरें अस्थिर हो जाती हैं। अगर अब एक भंवर को थोड़ा-सा भी छेड़ा जाये तो वह दोलन करने लगती है और अंत में टूट कर अलग हो जाती है। इसके बाद उसी जगह पर एक और भंवर पैदा हो जाती है। तकनीकी रूप में इसे 'हायड्रोडायनामिक फीडबैक' के नाम से जाना जाता है। इसके परिणामस्वरूप टेलीग्राफ के तार से बदलती हुई भंवरों की शृंखला अलग हो जाती है। इन भंवरों के साथ, इर्द-गिर्द की हवा के दाब में भी जल्दी-जल्दी परिवर्तन होने लगता है। इससे गुनगुनाने की खास आवाज पैदा होती है। लार्ड रैले पहले इंसान थे जिन्होंने इस घटना का सुनियोजित अध्ययन किया था

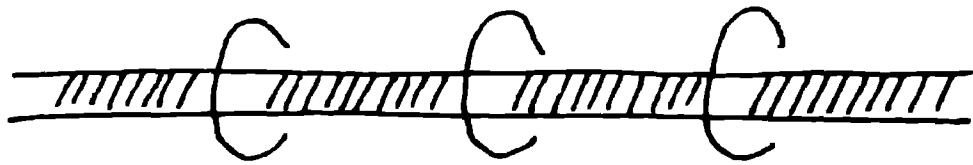
बेन हूर की रथ-दौड़

फिल्म दिखाते समय प्रति सेकेंड 24 फ्रेम पर्दे पर आते हैं। पहिये की रफ्तार के बढ़ने के साथ एक ऐसी स्थिति आती है जब पहिया स्थिर दिखाई पड़ता है। यह 'स्ट्रोबोस्कोपिक' स्थिति कहलाती है। ऐसा उस समय होता है जब पहिये की गति इतनी बढ़ जाती है कि

एक के बाद दूसरे फ्रेम में पहियों के डंडे एक ही जगह पर स्थिर दिखते हैं। इस स्थिति में आने से पहले पहिये की गति ऐसी होती है कि डंडे अपनी पहली जगह पर नहीं आ पाते। इसलिए पहिया ज्यादा रफ्तार से घूमने के बावजूद उल्टी दिशा में घूमता प्रतीत होता है। जैसे ही स्ट्रोबोस्कोपिक स्थिति आती है वैसे ही पहिया स्थिर लगने लगता है और गति बढ़ने के साथ-साथ फिर आगे चलने लगता है।

अदृश्य आदमी

'अदृश्य आदमी' अपने आसपास की चीजों को देख सके इसके लिए उनका प्रतिबिंब उसकी आंखों के पर्दे पर अर्थात रैटिना पर बनना चाहिए। इसके लिए उसकी आंखों की बाहरी सतह पर प्रकाश का अपवर्तन होना जरूरी है। परंतु ऐसा हो ही नहीं सकता। इसके साथ उसकी आंखों के पर्दे को थोड़ी-सी प्रकाश ऊर्जा सोखनी चाहिए, जिससे उसका दिमाग प्रतिबिंब को सही तरह पहचान सके। ऐसी हालत में उसकी आंखें अन्य लोगों को भी दिखने लगेंगी। इसलिए अदृश्य मनुष्य का अंधा होना भी जरूरी है। लेकिन एच.जी. वेल्स का 'अदृश्य आदमी' देख सकता था। इसलिए यह वैज्ञानिक रूप से असंभव है—बिल्कुल भ्रांति है।

बिजली का वार, चुम्बक बनी तलवार

चुम्बकीय बलरेखाएं

आसमान में बादलों से पैदा होने वाली विद्युत धारा जब लोहे की तलवार में से बहेगी, तो वह उसके इर्द-गिर्द चुम्बकीय बल रेखाएं पैदा कर सकती है। तलवार के चुम्बकित होने के लिए यह जरूरी है कि बल रेखाएं तलवार की लंबाई में समानांतर हों। विद्युत धारा चाहे कितनी भी तीव्र क्यों न हो, वह तब तक तलवार को चुम्बकित नहीं कर सकती जब तक चुम्बकीय बल रेखाएं तलवार के समानांतर नहीं हो जातीं। इसके बावजूद अगर तलवार पर कुछ चुम्बकत्व आ जाता है तो वह भी बिजली के बहने से पैदा होने वाली भीषण गर्मी के कारण पूरी तरह समाप्त हो जायेगा।

ऑस्कर विजेता की समस्या

यदि आप रूमाल का एक सिरा पानी में डुबा दें तो धीरे-धीरे उसका एक बड़ा हिस्सा गीला हो जायेगा। ऐसा केशिका नली क्रिया के कारण होता है। रूमाल या कपड़े का कोई भी टुकड़ा, सूक्ष्म छिद्र वाली केशिका नलियों से भरा होता है। इन केशिका नलियों में सतही तनाव की क्रिया से पानी ऊपर चढ़ता है और अंत में कपड़े के एक बड़े हिस्से को गीला कर देता है। (ब्लाटिंग पेपर या स्याही-चूस कागज भी इसी सिद्धांत पर काम करता है) जब मुड़े-तुड़े कपड़े को पानी में फेंका जाता है तब भी बिल्कुल ऐसा ही होता है। जैसे ही वह पानी सोखना शुरू करता है, उसके वे हिस्से जो सूखे और पानी के ऊपर होते हैं, गीले और भारी हो जाते हैं। तब गुरुत्वाकर्षण बल उन हिस्सों को नीचे खींच लेता है। केशिकत्व (कैपिलेरिटी) और गुरुत्व के मिलेजुले प्रभाव आखिर में मुड़े हुए कपड़े को फैला देते हैं। एक रंगीन टिशु-पेपर के टुकड़े को मोड़-तोड़ कर पानी में डालने से आप इस असर को स्पष्ट रूप से देख सकते हैं। जैसे-जैसे टिशु-पेपर पानी सोखता है उसका रंग गहरा होता जाता है और उसका गीला हिस्सा अपने आप पानी की सतह पर आ जाता है।

36 चौरंगी लेन

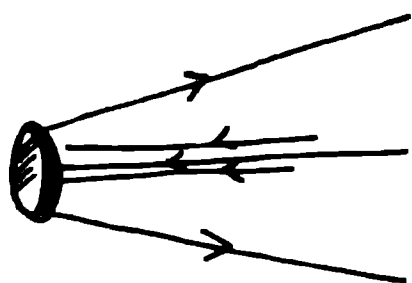
फिल्म के निर्देशक पर फिल्म का नाटकीय अंदाज इतना हावी था कि उसने इस बात पर ध्यान ही नहीं दिया कि खिड़की के शीशे को बाहर से साफ कर देने भर से कमरे के अंदर का दृश्य नहीं देखा जा सकता। इसका कारण है कि गर्म कमरे के अंदर पानी की भाप खिड़की के ठंडे शीशों पर चिपक जाती है। इसी से धुंधलापन पैदा होता है। अंदर का दृश्य देखने के लिए इस भाप को साफ करना जरूरी है। चूंकि बाहर का तापमान एक ही है इसलिए बाहर से कांच पर धुंध जम ही नहीं सकती। बरसात के दौरान कार की खिड़कियों के शीशों और विंड स्क्रीन पर आपने ऐसा ही होते देखा होगा।

कलकल बहता पानी

पानी की धारा में फंसे हुए हवा के बुलबुलों के स्पंदन से ही कलकल की आवाज पैदा होती है। स्पंदन करते हुए हवा के बुलबुले दोलन करती घंटियों जैसा व्यवहार करते हैं और ऐसी ध्वनि-तरंगें पैदा करते हैं जिन्हें हम सुन सकते हैं। आप पानी की इस कलकल को अपने घर में भी पैदा कर सकते हैं। इसके लिए पानी से थोड़ा भरे दो गिलास लें। अब एक गिलास से पानी दूसरे गिलास में डालें और कलकल की आवाज सुनें। आप देखेंगे कि पानी में हवा के बुलबुले बन जाते हैं।

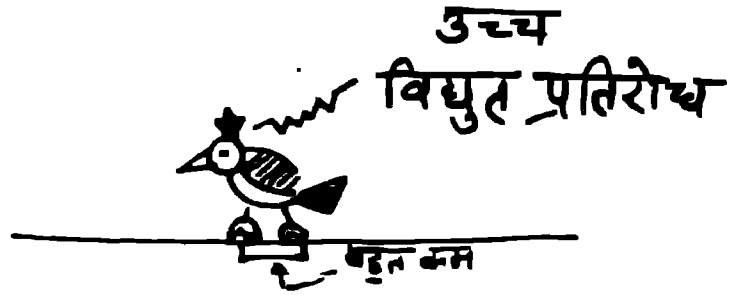
'V' (वी) आकृति में उड़ान

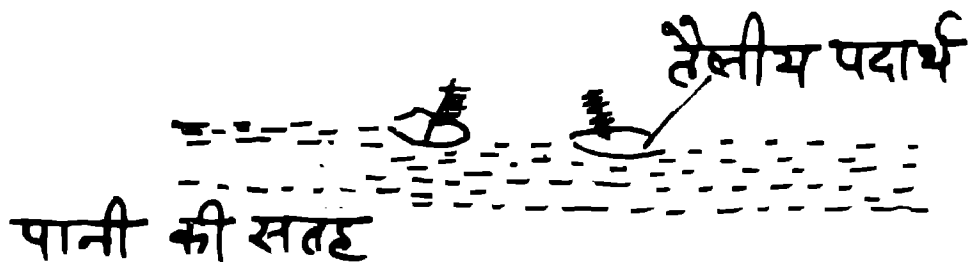
जब कोई चिड़िया अपने पंखों को नीचे की ओर फड़फड़ाती है तो उससे हवा ऊपर की ओर धकेली जाती है। यह हवा उन दोनों पंखों का पीछा करती है। पीछे से आने वाला पक्षी हवा के इन झोकों का लाभ उठा सकता है, बशर्ते वह अगले पक्षी के एक पंख के एकदम पीछे इस प्रकार रहे कि वे एक-दूसरे के रास्ते में न आएं। इसलिए प्रवासी पक्षियों के लिए 'वी' के आकार में उड़ना सबसे लाभदायक होता है। यह प्रवासी पक्षियों के लिए बहुत महत्वपूर्ण है क्योंकि उन्हें जिंदा रहने के लिए अक्सर बहुत लंबी उड़ानें भरनी पड़ती हैं। इस तरह वे कम से कम ऊर्जा खर्च करते हैं। पर वे यह तरीका सीखते कैसे हैं? इस बारे में केवल यही अनुमान लगाया जा सकता है कि प्राकृतिक चयन के माध्यम से हुआ विकास ही इसका उत्तर है। पक्षियों की वे प्रजातियां जो इस आवश्यक क्षमता को विकसित नहीं कर पायीं, वे समाप्त हो गयीं। क्या आप इस तर्क से सहमत हैं?

चमकती आंखें

मानव आंखों के विपरीत बिल्ली या शेर की आंखों में टेपेटम ल्यूसिडम की एक परत होती है जो प्रकाश को परावर्तित करती है। बिल्ली और शेर की आंखों में इस पदार्थ की परत एक अर्ध-पारदर्शी, गोलाकार, उत्तल दर्पण की तरह काम करती है, जो आने वाले प्रकाश को एक चमकने वाले शंकु के रूप में परावर्तित करती है। यदि आप इस शंकु के बाहर हैं तब आप उसकी आंखों को बिल्कुल भी नहीं देख पायेंगे। शायद इसी वजह से बाघ को रात में अपने शिकार को अच्छी तरह से देखने में मदद मिलती है।

झींगुर की लुकाछिपी

आवाज किधर से आ रही है यह बात हमारे कान दो तरह से तय करते हैं। (क) दोनों कानों द्वारा सुनी जाने वाली ध्वनि की तीव्रता में अंतर पहचान कर, या (ख) दोनों कानों तक पहुंचने वाली ध्वनि-तरंगों की स्थिति में अंतर की अनुभूति द्वारा। दोनों ही तरीके स्टीरियोफोनिक ध्वनि सुनने के लिए इस्तेमाल किए जाते हैं : हमारे कानों को तीव्रता का अंतर तभी महसूस होता है जब ध्वनि छोटी तरंग-लंबाई (शार्ट वेवलेंथ) या उच्च आवृत्ति (फ्रीक्वेंसी) की हो। यह इसलिए होता है क्योंकि शार्ट वेवलेंथ और ऊंची आवृत्ति की आवाजें सिर के चारों ओर घूम सकती हैं और दोनों कानों में एक जैसी तीव्रता पैदा कर सकती हैं। निम्न आवृत्ति की ध्वनि को पहचानने के लिए हमारे दोनों कानों को तरंग की स्थिति के अंतर को पहचानना पड़ता है। मध्यम आवृत्ति (4000 हर्ट्ज़), जो लगभग झींगुर द्वारा पैदा की आवाज जितनी होती है, के ध्वनि के स्रोत का पता लगाना कठिन हो जाता है। तब हमारे दोनों कानों में पहुंचने वाली ध्वनियों की तीव्रता और स्थिति में अंतर करना कठिन हो जाता है।

खतरे से अनजान

ऊंचे वोल्टेज वाले तार पर बैठे पक्षी के दोनों पैरों के बीच वोल्टेज में गिरावट बहुत कम होती है। साथ-साथ पक्षी के शरीर का विद्युत प्रतिरोध काफी अधिक होता है। इन दोनों कारणों से पक्षी के शरीर में विद्युत धारा लगभग नहीं के बराबर बहती है। परंतु अगर दुर्भाग्य से कोई पक्षी ऊंचे वोल्टेज वाले तार पर बैठकर बिजली के खंभे को छू देता है, तब तार और जमीन के बीच शार्ट-सर्किट हो जाता है। पक्षी के शरीर में तेज करंट बहता है और वह बिजली के झटके से मर जाता है।

तालाब पर स्केटिंग

पानी की सतह एक पतली, तनी हुई झिल्ली या 'चमड़ी' के समान काम करती है। यह झिल्ली उन चीजों को संभाले रख सकती है जो बहुत भारी न हों, जो पानी से गीली न हों और जो इस झिल्ली को फाड़ें नहीं। कीड़ों के पैरों पर एक तैलीय पदार्थ की परत होती है, जिसके कारण वे पानी से गीले नहीं होते। उनके पैर, सतह के तनाव (पृष्ट तनाव) से बनी पानी की इस 'चमड़ी' को केवल दबाते भर हैं। पानी की झिल्ली खिंचने की कोशिश करती है और कीड़ों को संभाले रखती है। बत्तख जैसे जल-पक्षियों के पंखों पर भी एक तैलीय पदार्थ की परत चढ़ी होती है, जो उनकी ग्रंथियों में बनता है। इसीलिए पानी उनके पंखों को गीला नहीं करता।

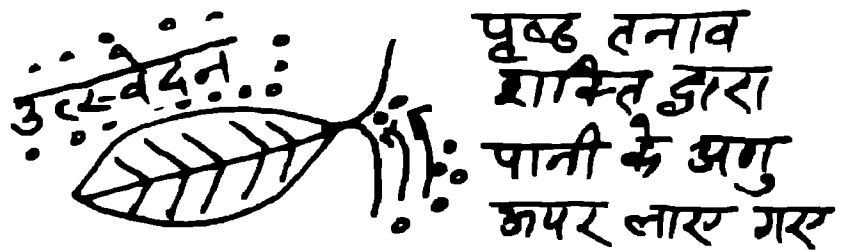
गीली रेत का रंग गहरा

इसका सही उत्तर इस तथ्य में छिपा है कि पानी के प्रकाशीय गुण हवा की अपेक्षा रेत के अधिक निकट होते हैं। प्रकाश रेत के कणों द्वारा प्रकीर्णित होता है अर्थात बिखर जाता

है। चूंकि औसत प्रकीर्णन का कोण काफी बड़ा होता है इसलिए प्रकाश जल्दी ही रेत के कणों में से बाहर निकल आता है। जब कणों के बीच की जगह पानी से भर जाती है (चाहे वह शुद्ध ही हो) तब औसत प्रकीर्णन का कोण थोड़ा छोटा हो जाता है और प्रकाश का अधिक प्रकीर्णन होता है। इसलिए, इससे पहले कि प्रकाश बाहर निकले, उसे रेत के भीतर अधिक दूरी तय करनी पड़ती है। इस अधिक लंबे रास्ते और प्रकीर्णन केंद्रों के कणों द्वारा प्रकाश को सोखे जाने की वजह से गीली रेत का रंग गहरा लगता है। इसमें पानी द्वारा बहुत ही कम प्रकाश सोखा जाता है, क्योंकि पानी तो प्रकाश के लिए पारदर्शी होता है। इस तथ्य की स्वयं पुष्टि करने के लिए आप चाहें तो धुली और साफ रेत लें और आसुत (डिस्टिल्ड) जल के साथ प्रयोग करें। फिर भी आपको गीली रेत का रंग गहरा ही दिखेगा।

लहरों का आकार

आप शायद सोचें कि लहरें अंडाकार या आयत का आकार ले लेंगी, और वे धारा की दिशा में अधिक चौड़ी होंगी। पर यह सच नहीं है। बहते हुए पानी में आकृति गोलाकार रहेगी। इसका कारण है कि बहाव पानी को धारा के निचले भाग की ओर स्थानांतरित कर देगा। इसके परिणामस्वरूप गोलाकार लहरें, बिना किसी विकृति के धारा के निचले भाग की ओर बह कर चली जायेंगी।

चोटी तक रस पहुंचा कैसे

पहले रस पत्तियों तक उठता है और फिर प्रकाश संश्लेषण (फोटोसिंथेसिस) के उत्पादों के साथ नीचे बहता है। जड़ों में से पानी ज़ाईलम की मृत कोशिकाओं की नलियों के जरिए ऊपर चढ़ता है। प्रकाश संश्लेषण के उत्पाद पत्तियों से फ्लोइम की जीवित कोशिकाओं के जरिए नीचे उतरते हैं। प्रयोगों से यह पता चला है कि रस को ऊपर चढ़ाने वाली 'मोटर' पेड़ के सबसे ऊंचे सिरे पर स्थित होती है और सूर्य के प्रकाश की शक्ति से चलती है। जब पत्तियां प्रकाश में अपना भोजन बना रही होती हैं तब वे हवा में ढेर सारी भाप छोड़ती

हैं (यह क्रिया 'उत्स्वेदन' कहलाती है)। जैसे-जैसे पत्तियों की निचली सतह के छेदों से पानी भाप के रूप में छोड़ा जाता है--एक समय में एक अणु की दर से--वैसे-वैसे पृष्ठ तनाव के कारण नीचे से जल के अणु ऊपर आकर उनका स्थान ले लेते हैं। इस प्रकार जड़ों से लेकर पत्तों की कोशिका नलियों तक पानी का एक लंबा स्तंभ बन जाता है। इसलिए पानी के ऊपर चढ़ने में वायुमंडलीय दाब का नहीं, वरन पानी के भीतर के संसंजक (कोहिजन) बल और पानी तथा कोशिका की दीवार के बीच के आसंजक (एडहेसिव) बलों का उपयोग होता है। इन बलों के कारण जल स्तंभ को वायुमंडल दाब से लगभग 300 गुना ज्यादा ताकत मिलती है। परंतु हवा के अकेले एक बुलबुले का निर्माण इस पूरी प्रक्रिया को नष्ट कर सकता है और इसको नीचे की ओर लगभग 33 फुट तक गिरा सकता है। पेड़ों में इतनी नाजुक कार्यविधि इतने विश्वसनीय तरीके से आंधी-तूफान में भी कायम रहती है। यह लकड़ी के संरचना के सूक्ष्म विभाजन के कारण ही हो पाता है। अगर किसी स्तंभ में कोई गैस का बुलबुला बन भी जाता है तो वह केवल उसी स्तंभ तक सीमित रहता है।

फ्लोइम के नीचे की ओर बहने के तरीके की समझ अभी भी अधूरी है। इसके लिए परासरणी या आस्मेटिक दाब (घोल में समान सांद्रता बनाए रखने की प्रवृत्ति) जिम्मेदार हो सकता है।

समुद्र नीला क्यों

रमन ने रैले के कथन को परखने के लिए परावर्तन पर प्रकाश के ध्रुवण का उपयोग किया। वे अपनी जेब में एक निकोल प्रिज्म रखते थे। उन्होंने उसे निकाला और समुद्र से परावर्तित होने वाले प्रकाश को इस पोलेराइजर में से देखा। उन्होंने उसे उसको धुरी पर एक पूरा चक्कर घुमाया जिससे उसमें परावर्तित प्रकाश बिल्कुल न आ सके। उन्हें यह देखकर बहुत आश्चर्य हुआ कि समुद्र में फिर भी सुंदर नीला प्रकाश चमक रहा था। इससे यह सिद्ध हो गया कि सागर का नीला रंग केवल आकाश की नीली परछाई के कारण ही नहीं है। इस सरल और मजेदार प्रयोग ने यह सुझाया कि समुद्र का नीला रंग मुख्यतया पानी के अणुओं द्वारा प्रकाश के प्रकीर्णन द्वारा होना चाहिए। रमन के मन में यह बात बैठ गयी और उन्होंने अलग-अलग द्रवों द्वारा प्रकाश के प्रकीर्णन संबंधी प्रयोगों का एक सिलसिला शुरू कर दिया। इसी के परिणामस्वरूप रमन प्रभाव (जिसका सागर के नीले रंग से कोई संबंध नहीं है) की खोज हुई जिसके लिए उन्हें नोबेल पुरस्कार मिला।

सर्दी की वर्दी

इस घटना का कारण 'तापमान उलटने' के नाम से जाना जाता है। जाड़े के मौसम में हवा में ऐसा तेज बहाव नहीं होता जो धुएं जैसे प्रदूषकों को ऊपर या दूर तक फैला सके। ठंड के दिनों में जमीन भी बहुत ज्यादा गर्म नहीं होती और सूर्यास्त के बाद जमीन की गर्मी खुले आसमान में बिखर जाती है और जमीन जल्दी ठंडी हो जाती है। इसका नतीजा यह होता है कि ऊपर की गर्म और हल्की हवा और नीचे की जमीन के बीच, एक ठंडी हवा की परत फंस जाती है। सामान्यतया ऊंचाई के साथ-साथ तापमान गिरता है। परंतु यह स्थिति इसके एकदम उलटी है। जमीन के पास की ठंडी हवा सारे धुएं और अन्य गैसों को ठंडा कर देती है, और उन्हें अपने तथा ऊपर की थोड़ी गर्म हवा के बीच फंसा लेती है।

भुतहा चांद

इसका कारण है कि जब पृथ्वी, सूरज और चांद के बीच में आ जाती है और चांद पर अपनी परछाई डालती है, उस समय भी सूर्य का कुछ प्रकाश पृथ्वी के वायुमंडल से अपवर्तित (रिफ्रैक्ट) होकर चांद पर पड़ता रहता है। पाठ्य-पुस्तकों में चंद्रग्रहण का वर्णन करते समय इसकी कोई चर्चा नहीं की जाती है। सूर्य के इस अपवर्तित प्रकाश का नीलापन हवा के परमाणुओं के बिखराव (प्रकीर्णन) के कारण खत्म हो जाता है (रैले बिखराव के नाम से प्रसिद्ध)। हवा के परमाणु प्रकाश की सामान्य तरंग-लंबाई से छोटे होते हैं और वे नीले प्रकाश को लाल प्रकाश की तुलना में ज्यादा बिखेरते हैं। इसीलिए सड़कों पर प्रकाश करने के लिए सोडियम के बल्ब, नियोन-लाइट की अपेक्षा अधिक प्रभावशाली होते हैं। पीले होने के कारण, सोडियम-वाष्प-बल्ब का प्रकाश नियोन-लाइट के नीले प्रकाश की तुलना में कम प्रकीर्णित होता है और गहराई तक प्रवेश कर पाता है। इसीलिए पूर्ण ग्रहण के दौरान चांद पर पड़ने वाला प्रकाश धुंधला और लालिमा लिए होता है।

पूरा इंद्रधनुष देखो

इंद्रधनुष का केंद्र हमेशा आंखों की सीध में होता है और सूर्य हमारी पीठ के पीछे होता है। इसीलिए जमीन पर खड़े रहकर हम इंद्रधनुष का केवल आधा-गोला ही देख पाते हैं। इसका निचला अधगोला (पृथ्वी के समानांतर अपनी धुरी के साथ) पृथ्वी से कटा हुआ

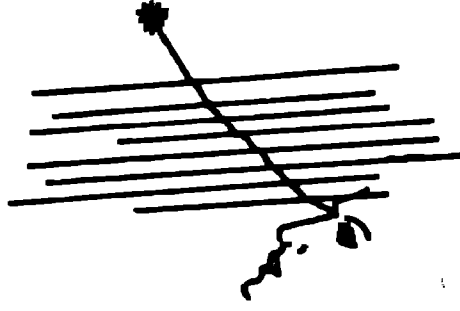
रहता है। पूरा इंद्रधनुष केवल उसी समय दिख सकता है जब वह पृथ्वी की सतह के समानांतर बने। वे लोग, जो हवाई जहाज में बादलों के ऊपर उड़ रहे हों, उस समय ऐसा इंद्रधनुष देख सकते हैं जब सूर्य आकाश में काफी ऊंचाई पर हो। पर ऐसा संयोग बहुत कम होता है।

चांद और नदी

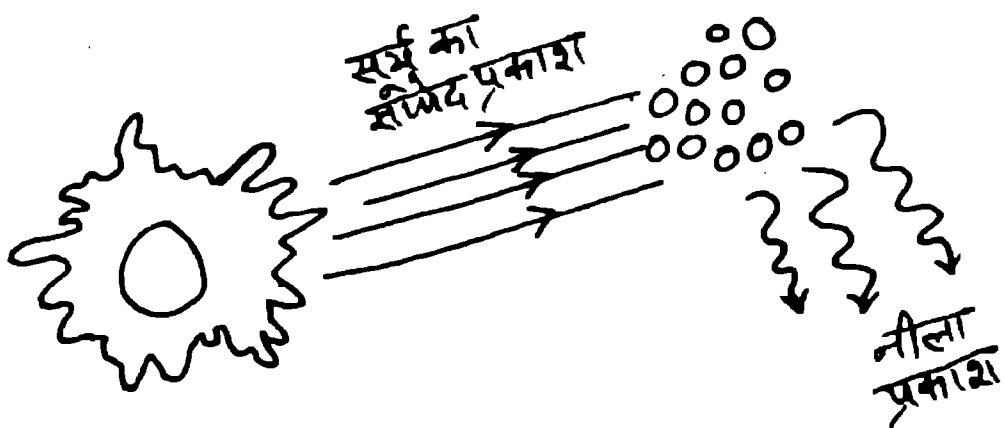
इसमें महत्व की बात यह है कि चांद बहुत दूरी पर है और पृथ्वी से उसकी दूरी की तुलना में हवाई जहाज की जमीन से ऊंचाई नगण्य है। एक समतल दर्पण में प्रतिबिंब की दर्पण से दूरी उतनी ही होती है जितनी वस्तु की दर्पण से। इसीलिए नदी में बनने वाले चांद के प्रतिबिंब की दूरी भी बहुत दूर होती है। हवाई जहाज की जमीन से ऊंचाई, जमीन से चांद की ऊंचाई की तुलना में नगण्य है, इसीलिए नदी में चांद के प्रतिबिंब का आकार जमीन से अथवा हवाई जहाज से देखने में एक जैसा ही लगता है। इसीलिए एक खास ऊंचाई पर ऐसा बिंदु आ सकता है जहां से नदी की चौड़ाई चांद के प्रतिबिंब से भी कम चौड़ी दिखने लगे।

ओलबर का विरोधाभास

रात का आसमान काला क्यों होता है? इसके उत्तर में अक्सर यह दलील दी जाती है कि ब्रह्मांड अभी जवान है और फैल रहा है। इस फैलते हुए ब्रह्मांड में प्रकाश के दूर-दराज के स्रोत (मंदाकिनियां) हमसे दूर भागे जा रहे हैं। इससे किसी भी मंदाकिनी से आने वाले प्रकाश में दो तरीकों से कमी आती है। पहला यह कि पृथ्वी और दूर स्थित मंदाकिनियों के समय-पैमाने में अंतर होता है। इस वजह से दूर स्थित मंदाकिनी से पृथ्वी पर प्राप्त प्रकाश की दर में फर्क आ जाता है। मंदाकिनी से एक निश्चित काल में निकला प्रकाश, उसके अपने समय की तुलना में पृथ्वी पर ज्यादा लंबे अरसे तक मिलता रहता है। इसका एक और प्रभाव होता है जो 'कॉस्मोलोजिकल रेड शिफ्ट' के नाम से प्रसिद्ध है (ये आपेक्षिकता के सामान्य सिद्धांत का एक परिणाम है)। इसके फलस्वरूप दिखने वाले प्रकाश का एक बड़ा हिस्सा, न दिखने वाले 'इन्फ्रा रेड' प्रकाश में बदल जाता है। ये सब प्रभाव मिलकर निश्चित करते हैं कि ब्रह्मांड में स्थित दूर-दराज प्रकाश के स्रोत रात के आसमान को प्रकाशमय नहीं कर सकते। ब्रह्मांड के विस्तार और आयु की सीमा के कारण आकाश का बचा हुआ उजाला दिखने वाले स्तर से कम हो जाता है।

झिलमिल चमको, नन्हे तारे

तारों का झिलमिलाना पृथ्वी के वायुमंडल के कारण होता है। हमसे तारे इतनी अधिक दूर हैं कि वे प्रकाश के बिंदु-स्रोत जैसा व्यवहार करते हैं। वायुमंडल में हवा के लगातार चलते रहने से किसी तारे से आने वाले प्रकाश की किरणें, हवा में इधर-उधर विचलित हो जाती हैं। इसके परिणामस्वरूप तारे की स्थिति बदलती हुई और उससे आने वाले प्रकाश की तेजी, घटती-बढ़ती प्रतीत होती है। इन सबसे झिलमिलाने का प्रभाव पैदा होता है। अगर आप चांद पर जायेंगे, जहां बिल्कुल हवा नहीं है, वहां आपको तारे झिलमिलाते नजर नहीं आयेंगे।

दूसरी ओर, तारों की तुलना में ग्रह पृथ्वी के ज्यादा करीब हैं और वे प्रकाश के बिंदु-स्रोतों की बजाय छोटी चकतियों जैसे लगते हैं। वैसे इन चकतियों के प्रत्येक बिंदु से आने वाली प्रकाश की किरणों में कुछ विचलन होता है, परंतु पूरी चकती पर यह घट-बढ़ आपस में खत्म हो जाती है। इसका कुल असर यह होता है कि ग्रहों से प्रकाश लगातार आता दिखाई देता है।

हवा की नीली छतरी

सूर्य से आने वाला प्रकाश अंतरिक्ष में उसी तरह फैलता है जैसे तालाब की सतह पर लहरें फैलती हैं। इन लहरों की तरंग-लंबाई (दो सबसे ऊंचे या नीचे के बिंदुओं की दूरी) 0.00006 सेंटीमीटर जितनी न्यून होती है। जब ये प्रकाश लहरें पृथ्वी के वायुमंडल में हवा के अणुओं पर पड़ती हैं जो इनसे भी बहुत छोटे होते हैं, तब परमाणु एक खास तरीके से बिखर जाते हैं। लार्ड रैले पहले व्यक्ति थे जिन्होंने सैद्धांतिक रूप से यह दिखाया था

कि जैसे-जैसे बिखरे हुए प्रकाश की तरंग-लंबाई घटती है, वैसे-वैसे उसकी तीव्रता बहुत तेजी से बढ़ती जाती है। सूर्य की दिखने वाली रोशनी में बैंगनी किरणों की तरंग-लंबाई सबसे कम होती है। इसलिए इससे यह परिणाम निकलता है कि नीले, हरे या लाल प्रकाश की तुलना में बैंगनी प्रकाश का हमारी आंखों में ज्यादा बिखराव होना चाहिए। फिर आसमान बैंगनी दिखना चाहिए था। परंतु वह नीला क्यों दिखता है? ऐसा दो अन्य महत्वपूर्ण कारणों से होता है। पहला यह कि सूर्य की किरणों में बैंगनी की अपेक्षा नीला प्रकाश अधिक होता है। दूसरा, हमारी आंखें नीले प्रकाश की तुलना में बैंगनी के प्रति कम संवेदनशील होती हैं। मानव विकास के इस लंबे दौर में हमारी आंखें उस रंग के प्रति सबसे अधिक संवेदनशील हो गयी हैं जो सूर्य की किरणों में सबसे अधिक मात्रा में मौजूद है और वह रंग पीला है। इन दोनों कारणों का नतीजा यह होता है कि हमें ज्यादाततर नीलापन दिखाई पड़ता है।

नीला आसमान

सिर के एकदम ऊपर का आसमान ज्यादा नीला इसलिए दिखता है क्योंकि वायुमंडल में हवा की ऊपर की परतों में ओजोन मौजूद होती है। ओजोन द्वारा प्रकाश का सबसे ज्यादा सोखा जाना वर्णक्रम के लाल सिरे पर होता है और सबसे कम नीले सिरे पर। जब सूर्य क्षितिज से थोड़ा-सा नीचे डूबता है, तब ओजोन परत में से सूरज की रोशनी के पथ की लंबाई सबसे अधिक उच्च बिंदु पर होती है। इसके परिणामस्वरूप उसमें लाल प्रकाश की सबसे अधिक कमी आ जाती है।

नीला चांद

अपने निरीक्षणों से राबर्ट विल्सन ने जो नतीजा निकाला, वह था : सूर्य और चांद, उन सूक्ष्म कणों के बादलों से नीले दिखे थे, जो अल्बर्टा (कनाडा) के जंगलों में लगी आग से पैदा हुए थे। वे कण तेज हवा से एटलांटिक महासागर को पार करके एडिनबरा तक आ गये थे। उन कणों में अधिकांशतया तेल की बूंदें थीं जो जलने वाले उत्पादों से पैदा हुई थीं। उन तेल की बूंदों का नाप प्रकाश की औसत तरंग-लंबाई के बराबर था। हम यह जानते हैं कि अगर प्रकाश बिखेरने वाले कण इससे भी बहुत छोटे होते हैं तो वे मुख्य रूप से केवल नीले प्रकाश को बिखेरते हैं (रैले का प्रकीर्णन)। अगर कण काफी बड़े होते हैं तो वे लगभग सभी रंगों को लगभग समान रूप से बिखेरते हैं। जब वे कण प्रकाश की तरंग-लंबाई के बराबर नाप के होते हैं, तब वे नीले की अपेक्षा लाल प्रकाश को ज्यादा

बिखेरते हैं। संयोगवश ऐसा हुआ कि कनाडा के जंगल की आग के कण जो एडिनबरा आये थे उनका नाप ऐसा था कि वे लाल प्रकाश को, नीले की अपेक्षा अधिक बिखेरते थे। इसके परिणामस्वरूप इन कणों में से देखे गये सूर्य और चांद नीचे दिखायी दिये। असल में, यह सभी अलग-अलग घटनाओं का एक अत्यंत दुर्लभ संयोग था। ऐसा एक लंबे अरसे में कभी-कभार ही होता है।

चांद का प्रभामंडल

चांद के चारों ओर सफेद घेरा प्रभामंडल कहलाता है। चांद के प्रभामंडल के बनने का कारण प्रकाश का अपवर्तन (रिफ्रेक्शन) और परिक्षेपण (डिस्पर्शन) है। आपने आकाश में मंडराते सफेद पतले बादल देखे होंगे। कुछ बादल तो इतने पतले होते हैं कि उनमें से आप चांद देख सकते हैं। वे बादल छह-कोनों वाले छोटे-छोटे बर्फ के कणों से बने होते हैं। इन कणों में से गुजरती हुई चांद की किरणें उसी प्रकार अपवर्तित होती हैं जैसे वे किसी प्रिज्म से गुजर रही हों। इस अपवर्तन के साथ ही प्रकाश अपने अलग-अलग रंगों में बिखर जाता है। प्रभामंडल गोलाकार इसलिए दिखाई देता है क्योंकि वे कण प्रभामंडल के केंद्र के इर्द-गिर्द समान रूप से फैले होते हैं। प्रभामंडल का केंद्र गुलाबी रंग का होने के कारण वह गुलाबी (सफेद नहीं) दिखाई देता है। इस रंग को साफ-साफ देखा जा सकता है। बाहर का नीला रंग आकाश की पृष्ठभूमि में मिल जाता है।